

МОЛОДЁЖНЫЙ ВЕСТНИК ИрГТУ

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
<http://mvestnik.istu.irk.ru/>

Том 13 № 1 2023



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 1 2023

2023

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 1 2023

Редакционная коллегия

Пешков В.В., д.э.н., профессор, директор Института архитектуры, строительства и дизайна, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия) – главный редактор

Члены редколлегии:

Большаков А.Г., д.а., профессор, заведующий кафедрой архитектурного проектирования, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Евстафьев С.Н., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химии и пищевой технологии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Зайдес С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры материаловедения, сварочных и аддитивных технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Калашников М.П., д.т.н., профессор, декан строительного факультета, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия)

Кичуци М., доктор наук (экология), инженер департамента городского и регионального планирования, Токийская Ассоциация Парков (г. Токио, Япония)

Кузнецов Н.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой конструирования и стандартизации в машиностроении, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Лобацкая Р.М., д.г.-м.н., профессор, заведующая кафедрой ювелирного дизайна и технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Матвеева М.В., д.э.н., профессор кафедры экспертизы и управления недвижимостью, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Наумов И.В., д.и.н., профессор кафедры истории и философии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Никаноров А.В., к.т.н., доцент кафедры металлургии цветных металлов, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Петров А.В., д.т.н., профессор Института информационных технологий и анализа данных, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Пэлжээгийн Отгонбаяр, д.т.н., профессор, профессор Архитектурно-Строительной Школы, Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии (г. Улан-Батор, Монголия)

Пахаруков А.А., к.юрид.н., доцент, заведующий кафедрой юриспруденции, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Сколубович Ю.Л., д.т.н., профессор, ректор, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (г. Новосибирск, Россия)

Струк Е.Н., доктор философских наук, заведующая кафедрой социологии и психологии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Фань Фэн, профессор, советник ректора, Харбинский политехнический университет, заместитель исполнительного директора Ассоциации технических университетов России и Китая (г. Харбин, Китай)

Федотов А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Харинский А.В., д.и.н., профессор, научный руководитель научно-исследовательской лаборатории археологии, палеоэкологии и систем жизнедеятельности народов Северной Азии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Ходжа Э., профессор геоинформационных систем и моделирования, Факультет геологии и горного дела, Политехнический университет Тираны (г. Тирана, Албания)

Чупин В.Р., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Яськова Н.Ю., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой инвестиционно-строительного бизнеса Института отраслевого менеджмента РАНХ и ГС (г. Москва, Россия)

В журнале публикуются статьи по техническим, естественным, гуманитарным, социально-экономическим и общественным наукам

Журнал основан в 2011 году
Периодичность издания - 4 раза в год

Сведения о журнале можно найти на сайте: <http://mvestnik.istu.irk.ru>

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
Эл № ФС77-84389
от 26 декабря 2022 г.

Журнал имеет свободный доступ к публикациям;
включен в Научную электронную библиотеку (eLIBRARY.RU)
для создания Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Учредитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)

Издатель ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

Адрес учредителя, издателя:
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Адрес редакции:
664074, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 83, ауд. И-022,
e-mail: mvestnik@istu.edu

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 1 2023

Уважаемые читатели!

Предлагаем вашему вниманию очередной выпуск сетевого издания
«Молодежный вестник ИрГТУ»

«Молодежный вестник ИрГТУ» – это сетевое издание (выходит 4 раза в год), на страницах которого отражаются основные результаты научно-исследовательских работ ученых, докторантов, аспирантов, студентов вузов и НИИ не только Восточно-Сибирского региона, но и других регионов России.

Приглашаем вас к активному творческому сотрудничеству по научным направлениям:

- Машиностроение
- Электроника, фотоника, приборостроение и связь
- Информационные технологии и телекоммуникации
- Энергетика и электротехника
- Транспортные системы
- Строительство и архитектура
- Исторические науки
- Философия
- Филология
- Экономика
- Психология
- Педагогика
- Социология
- Право
- Науки о Земле и окружающей среде
- Недропользование и горные науки
- Химические технологии, науки о материалах, металлургия

Редколлегия

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 1 2023

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Васечкин У.А., Андреев И.А., Котельников С.Н., Стрельников А.Н., Кокоуров Д.В. Исследование смазывающих свойств пластичных смазок 6

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Костылева Н.Л., Пузина Е.Ю. Управление энергообеспечением энергоемкого промышленного предприятия в современных условиях 20

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Бакланов С.И., Зеньков Е.В., Зотов В.А. Методика формирования библиотеки семейств с применением BIM-технологий 28

Дорофеева Н.Л., Шелехова А.И. Обзор мероприятий по предотвращению наледи на крышах 37

Елашкина Е.В. Сравнение архитектуры детских домов семейного типа и военно-образовательных учреждений как аспекта в воспитании детей, оставшихся без попечения родителей 43

Иванченко А.Т., Добышева Т.В. Управление жизненным циклом объекта культурного наследия 49

Романова Е.А., Кострубова И.И. Перспектива как средство восприятия мира и аппарат профессиональной деятельности 54

Петров А.В., Чесноков А.С., Вологжин В.Ю., Кошкин Б.Г. Совершенствование технологии восстановления конструкций нулевого цикла деревянных зданий старой застройки в сельских районах Иркутского региона 64

Потонова Н.А., Саландаева О.И. Архитектура современных жилых зданий и жилых комплексов в условиях исторически сложившегося города Иркутска со сложными сейсмогеологическими условиями 70

Тимофеева А.Д. Особенности комплексного благоустройства участков для дошкольных образовательных учреждений в зарубежных странах 79

Фам Т.Т.Н., Захарчук М.Г. Модернизация интерьеров учреждения профессионального образования как имиджевого пространства 94

Яценко В.П., Доржиева С.П. BIM-технологии как инструмент создания проекта реставрации 100

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

Корытов Ф.А., Горощеннова О.А. Развитие аэродинамики крыла самолета начала – середины XX века 106

Ткачев В.В. Музейная работа деятелей искусства и коллекционеров в процессе сохранения художественного наследия Иркутской губернии на рубеже XIX – XX вв. 115

ФИЛОЛОГИЯ

Агеева Г.А., Борисова О.Д. Лингвистическая характеристика заголовков немецкого студенческого интернет-журнала FURIOS	122
Зыков Е.В., Апончук И.И. Вместо тысячи слов	128
Петрова Н.А. Устройство категории ГРИБЫ (на материале современного русского языка)	134

ЭКОНОМИКА

Акатьева Е.Ю., Литвинова О.В. Анализ стратегии развития проектной организации	143
Прибыткова В.И., Яценко С.А. Стратегии позиционирования в маркетинге на примере концерна «Volvo»	149

ПЕДАГОГИКА

Амбарцумян Р.А., Старовойтова А.В. Развитие выносливости во время занятий физической культурой	157
Иванова М.А., Леонов Е. Ю. Реверс-инжиниринг в металлургии	163
Клименкова С.Б., Пожарин Д.А. Использование элементов дополненной реальности при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»	169
Кузнецова Л.В., Зуева Ю.В. Влияние дистанционного формата обучения и самоизоляции на физическую активность студентов университета	174
Малыхин А.В., Павлов И.О. Физическая культура в трудовом коллективе: значение и роль, средства по восстановлению организма	179

ПРАВО

Киселёва А.И., Абрамитов С.А. К вопросу о правовом регулировании оценки эффективности работы органов местного самоуправления	187
Максимова В.С., Курьшова И.В. К вопросу о вербовке несовершеннолетних в экстремистские объединения в сети Интернет	191

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ

Бартанов В.Ф., Васильев А.А. Исследование по регенерации цианида и извлечению меди из оборотного раствора золотоизвлекательной фабрики	196
Бельский С.С., Кокин А.С. Производство алюминиевых сплавов	204
Васильев М.И., Тютрин А.А. Современное состояние производства вторичного свинца в России и за рубежом	210
Горбунов М.С., Харченко К.А., Еловенко Д.А. Содержание полициклических ароматических углеводородов в тяжелых нефтяных остатках как экологическая проблема	216
Кузьмина М.Ю., Медведев Е.С., Кондратенко А.П. Принципиальное устройство индукционной печи и применение отечественного вибронасыпного огнеупора	227
Насырова И.И., Зинуров В.Э. Численное моделирование улавливания твердых частиц в центробежном сепараторе	241
Немчинова Н.В., Усатых Е.В., Орлов И.А., Леонов И.С. Требования к футеровочным материалам подины алюминиевых электролизеров	245
Пухнаревич О.Н., Минеева Т.С. Кучное выщелачивание золота в условиях пониженных температур	253
Шемелин А.А., Сысоев И.А. Аналитический контроль сырья и продуктов технологического процесса при производстве алюминия	258

Исследование смазывающих свойств пластичных смазок

© У.А. Васечкин, И.А. Андреев, С.Н. Котельников, А.Н. Стрельников, Д.В. Кокоуров

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе приведены результаты экспериментов над пластичными смазками различных производителей, ценовых сегментов и областей применения, и сделаны выводы об эксплуатационных характеристиках смазок. Хотелось бы отметить, что мы допускаем неоднозначность результатов, ведь каждая смазка рассчитана на специфические условия эксплуатации. Поэтому нами были разработаны и задействованы несколько стендов, позволяющих охарактеризовать все исследуемые марки смазки. Например, на стенде для изучения предельной текучести пластичных смазок мы определяли изменение размеров исследуемых «столбиков» смазок и количество выделившегося базового масла в зависимости от времени при нормальных условиях: комнатной температуре, атмосферном давлении и стандартной влажности. На стенде для исследования антикоррозионных и водоотталкивающих свойств пластичных смазок мы проверили устойчивость смазок к водной среде, измеряя насыщенность водой. На установке для изучения предельной текучести наилучшие результаты показали смазки Литол-24 ОйлРайт, ЦИАТИМ-201, ВНИИНП-282, смазки компании Liqui Moly; хуже всего проявили себя Литол-24 Gazpromneft, Mannol Universal Multipurpose Grease MP2. При исследовании антикоррозионных и водоотталкивающих свойств были выявлены лучшие (Литол-24 ОйлРайт, Liqui Moly Mehrzweck-fett, Gazpromneft Grease LX EP 2) и худшие смазки (Liqui Moly LM 50 Litho HT, ЦИАТИМ-201 и ВНИИНП-282). Более подробному изложению результатов экспериментов посвящена статья.

Ключевые слова: пластичные смазки, эксплуатационные показатели, предельная текучесть, базовое масло, антикоррозионные и водоотталкивающие свойства

Study of the lubricating properties of greases

© Ulian A. Vasechkin, Ivan A. Andreev, Stepan N. Kotelnikov,
Aleksandr N. Strelnikov, Dmitrii V. Kokourov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of experiments on greases from various manufacturers, price segments and applications, and draws conclusions about the performance of lubricants. The authors of the article note that they allow ambiguity of the results, because each lubricant is designed for specific operating conditions. Therefore, they have developed and used several stands that allow characterizing all the tested brands of lubricants. For example, on a stand for studying the yield strength of greases, the change in the size of the investigated “pillars” of lubricants and the amount of released base oil were determined depending on time under normal conditions: room temperature, atmospheric pressure and standard humidity. On the stand for the study of anti-corrosion and water-repellent properties of greases, the resistance of greases to an aqueous medium was checked by measuring the saturation with water. Litol-24 Oilright, TSIATIM-201, VNIINP-282 lubricants, Liqui Moly campaign lubricants showed the best results at the plant for studying the ultimate fluidity; Litol-24 Gazprom Neft, Mannol Universal Multipurpose Grease MP2 showed the worst results. In the study of anticorrosion and water-repellent properties, the best (Litol-24 OilRight, Liqui Moly Mehrzweck-fett, Gazpromneft Grease LX EP 2) and the worst lubricants (Liqui Moly LM 50 Litho HT, TSIATIM-201 and VNIINP-282) were identified. The article is devoted to a more detailed presentation of the experimental results.

Keywords: greases, performance, yield strength, base oil, anti-corrosion and water-repellent properties

С момента изобретения первых механизмов появилась необходимость применения смазочного материала в узлах трения. К настоящему моменту создано большое количество смазок со специфическими качествами, позволяющими этому материалу выполнять свои функции в различных условиях. Некоторые смазки лучше действуют в воде, другие обладают особой устойчивостью к

повышенным температурам, третьи имеют усиленные адгезионные и противозадирные свойства, четвертые лучше удерживаются в узле при ударной нагрузке [1].

Однако сложно с уверенностью сказать, какая из смазок наиболее эффективна в конкретных условиях. Для точного определения требуется длительная экспертиза, проводимая с учетом основных положений

трибологии. С целью проведения указанных экспериментов был разработан комплекс [2], каждая из установок которого позволит охарактеризовать те или иные достоинства и недостатки определенной смазки. Выявленные закономерности позволят судить о качестве смазки и ее соответствии требованиям производителя, определить область ее наиболее эффективного применения [3].

Согласно ГОСТу 33307-2015 пластичные смазки должны соответствовать следующим минимальным требованиям:

- 1) быть граничным элементом между деталями, на которые воздействует сила трения, уменьшая при этом износ и потери на трение;
- 2) удерживаться в узлах трения, не вытекающая из них;
- 3) защищать трущиеся детали от попадания пылеватых частиц, грязи, воды;
- 4) предотвращать износ деталей под воздействием агрессивных сред;
- 5) обладать достаточной степенью прокачиваемости для легкой подачи по смазочным каналам в отсутствие высокого давления;
- 6) сохранять стабильность своего состава в течение длительного времени;
- 7) быть легкодоступными и недорогими.

Смазки могут быть разделены на четыре группы в зависимости от соответствия их свойств предъявляемым требованиям:

- 1) Антифрикционные, служащие для уменьшения коэффициента трения и повышения устойчивости к износу. Смазки такого типа наиболее распространены.
- 2) Консервационные, предназначенные для защиты металлов от коррозии при хранении автотракторной техники.
- 3) Канатные, используемые для защиты стальных канатов от коррозии и износа.
- 4) Уплотнительные, применяемые для герметизации зазоров [4].

В отличие от однокомпонентного (без учета присадок) жидкого смазочного материала, рассматриваемый вид смазки состоит из двух компонентов. Первым является загуститель, выступающий в роли губки, которая удерживает базовое масло; вторым компонентом является само базовое масло с добавлением различных присадок [5].

Основная функция пластичной смазки – снизить трение между поверхностями,

соприкасающимися в процессе работы механизма. Принцип работы пластичной смазки основан на свойстве загустителя впитывать базовое масло в состоянии покоя и выделять его из своей структуры при механическом воздействии [6].

Основным компонентом пластичной смазки, как было сказано ранее, является базовое масло. При этом оно может быть различным по своему первородному компоненту:

1) Минеральные масла – это маслянистые субстанции, не имеющие цвета и запаха, получаемые путем переработки нефти и встречающиеся в разнообразных формах (масла, гели и т. д.).

2) Синтетические масла – это химическое соединение базовых масел на основе синтетики [7].

Вторым важным компонентом смазки является загуститель. Для его создания используют мыла, твердые углеводороды, неорганические и органические вещества.

1) В зависимости от состава мыла смазки разделяют на литиевые, натриевые, алюминиевые, силиконовые, тефлоновые, полиуретановые.

2) Неорганические загустители представляют собой мелкодисперсные частицы диаметром 1–3 мк. Несмотря на их высокую плотность, абразивными свойствами они не обладают. Представителями данного класса загустителей являются бентонитовые соединения (оксиды алюминия) и вспененная окись кремния (SiO₂).

3) Свободные от мыл органические загустители получают на фабриках в готовом виде. Перед вводом в масло этим загустителям не требуется дополнительная обработка. Главной их задачей является образование структурного каркаса [8].

Выбор присадок зависит от предполагаемых условий эксплуатации смазки. Перед смазками могут быть поставлены следующие задачи:

- 1) уменьшение износа,
- 2) улучшение адгезии,
- 3) препятствие окислению,
- 4) уменьшение коррозии,
- 5) поддержание работоспособности механизма при высоком давлении [9].

При выборе смазок для определенных

условий эксплуатации необходимо учитывать свойства присадок. Так, например, графит хорошо проявляет себя в присутствии водяных паров и кислорода, а дисульфид молибдена в присутствии влаги и кислорода постепенно окисляется в триоксид молибдена, являющийся абразивом. По этой причине смазки на основе графита предпочтительнее использовать в открытых узлах, а на основе дисульфид молибдена – в герметизированных [10].

В экспериментах будут задействованы следующие смазки: 1) Литол-24 ОйлРайт; 2) Mannol Universal Multipurpose Grease MP2; 3) Liqui Moly LM 50 Littho HT; 4) Liqui Moly Mehrzweck-fett; 5) Gazpromneft Grease LX EP 2; 6) Литол-24 Gazpromneft; 7) ЦИАТИМ-201; 8) ВНИИНП-282.

Изучение предельной текучести пластичных смазок

На данном этапе для исследования смазок будет использоваться цифровой микроскоп. Он позволит определить, как будут изменяться размеры исследуемых «столбиков» смазки с течением времени. Эксперимент проводился при нормальных условиях: комнатной температуре, атмосферном давлении и стандартной влажности. Спустя некоторое время площадь контакта столбиков смазки с поверхностью может либо увеличиться (за счет растекания в месте опоры на пластину),

либо остаться неизменной. Также возможно выделение базового масла из загустителя.

Для проведения эксперимента собрана установка (рис. 1), дающая возможность следить за столбиками смазки и фиксировать изменения с течением времени. Основным элементом данной установки является цифровой микроскоп (3), который осуществляет фотофиксацию исследуемых столбиков смазок. Он подключается к компьютеру (1), на котором установлено программное обеспечение, позволяющее работать с микроскопом, а также проставлять размеры. Встроенный экран компьютера обладает недостаточным для получаемых фотографий разрешением, поэтому к нему подключен дополнительный монитор (2).

Для объективности эксперимента требуется, чтобы образцы всех исследуемых смазок были примерно одинаковых размеров. С этой целью использовались инсулиновые шприцы с пределом измерения 1 мл, из которых выдавливалась смазка в определенном количестве, и таким образом получались «столбики», имеющие одинаковые диаметры и примерно одинаковую высоту. Шприц был подготовлен таким образом, чтобы смазка выдавливалась в виде цилиндра. Использовалось 8 шприцев (по одному для каждой исследуемой смазки) с одинаковым количеством смазки – 0,1 мл.

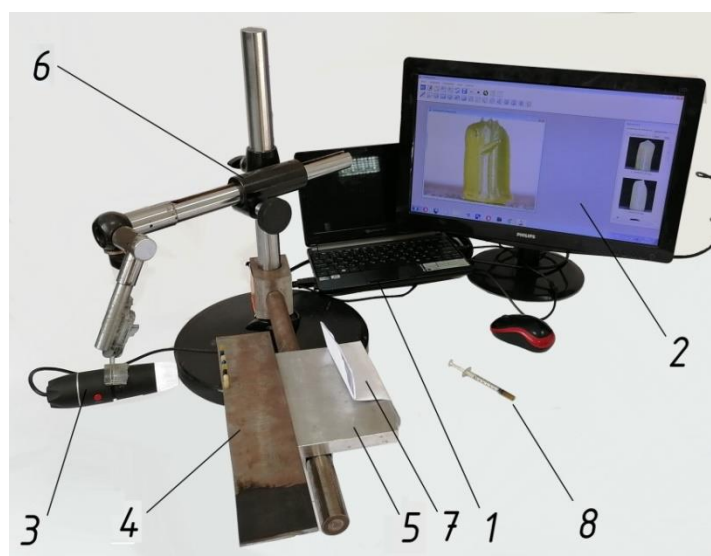


Рис. 1. Установка для изучения предельной текучести пластичной смазки: 1 – компьютер с программным обеспечением для цифрового микроскопа; 2 – монитор с изображением, полученным цифровым микроскопом; 3 – цифровой микроскоп; 4 – пластина с выставленными столбиками исследуемых смазок; 5 – закрепленная пластина для исследования образцов; 6 – штатив микроскопа; 7 – задний фон для фотофиксации; 8 – специально подготовленный шприц для выдавливания столбика смазки

Смазки выдавливались на специально подготовленную обезжиренную поверхность (4), которая устанавливалась перед объективом микроскопа на пластине (5), зафиксированной на штативе (6). Для обеспечения точности фотографий требовалось установить на пластину позади исследуемых смазок однотонный фон (7). Цвет фона подбирался в зависимости от цвета смазки: для светлых больше подходит черный фон, для темных – белый.

Фотофиксация производилась раз в сутки на протяжении 5 недель, однако на последней неделе не было выявлено значимых изменений, поэтому учитывались лишь 4 недели. Изменения в состоянии смазки можно зафиксировать при сравнении четырех фотографий, каждая из которых была сделана через неделю после другой.

Первой исследуемой смазкой был Литол-24 от ОйлРайт (рис. 2).

В начале эксперимента диаметр основания, прилегающего к пластине, равнялся 3,179 миллиметра. Чуть выше основания образовалась неровность, что можно видеть на первой слева фотографии. Предполагается,

что определить степень текучести смазки возможно по скорости сползания неровности к основанию.

На фотографиях трудно увидеть существенные различия: неровность в нижней правой части со временем немного опустилась, но не достигла поверхности пластины. Диаметр основания столбика заметно увеличился, что подтверждается измерениями: первоначальная величина составляла 3,179, последний замер показал 3,330 миллиметра (разница составляет 0,151 миллиметра). В конце эксперимента произошло выделение базового масла.

Далее мы исследовали смазку Liqui Moly LM 50 Litho HT (рис. 3).

В начале эксперимента диаметр прилегающего к пластине основания составлял 3,672 миллиметра. Столбик смазки вновь опирается на пластину не полностью, что поможет установить степень текучести вещества. На протяжении всего эксперимента происходило увеличение диаметра основания столбика. Выделение базового масла произошло сразу, и на каждом этапе измерений было заметно увеличение его количества.

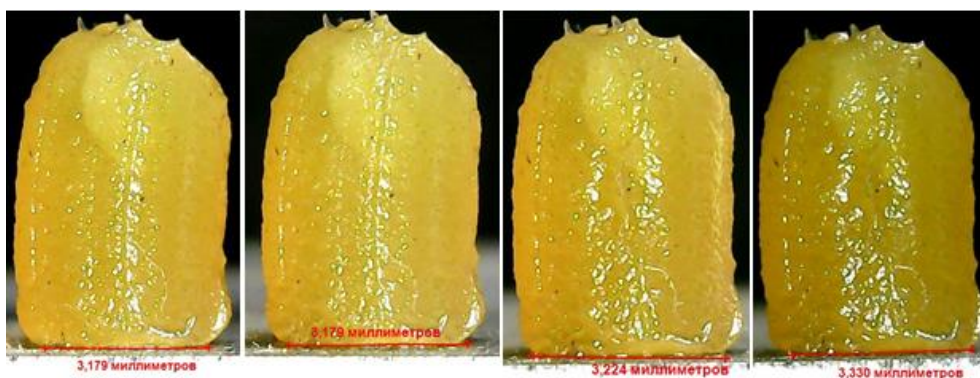


Рис. 2. Столбик исследуемой смазки Литол-24 ОйлРайт



Рис. 3. Столбик исследуемой смазки Liqui Moly LM 50 Litho HT

К финальному этапу исследования диаметр основания увеличился с 3,672 до 3,926 миллиметра, то есть на 0,388 миллиметра, что в два раза превышает показатель смазки Литол-24 от ОйлРайт. Текучесть данной смазки заметно больше, чем предыдущей, это можно увидеть и без замеров. Неровность в правой части сильно уменьшилась, а в левой части сравнялась полностью. Выделившегося базового масла также было заметно больше.

Следующей изученной нами смазкой стала Liqui Moly Mehrzweck-fett (рис. 4).

В начале эксперимента диаметр основания смазки составлял 3,343 миллиметра; прилегающая часть столбика смазки была примерно такой же формы, как в предыдущем случае. Результаты, продемонстрированные смазкой, сходны с результатами предыдущей. Количество базового масла увеличилось на

0,374 миллиметра, что по сравнению с предыдущей смазкой от Liqui Moly меньше всего на 0,014 миллиметра. Масло выделялось на протяжении всего эксперимента, но, несмотря на это, текучесть у смазки все же меньше. В последнюю неделю стало заметно, что нижние края незначительно опустились вниз, но так и не достигли поверхности пластины.

Далее мы исследовали смазку семейства Gazpromneft, а именно – Grease LX EP 2 (рис. 5).

Диаметр основания увеличился с 3,388 до 3,925 миллиметра, то есть на 0,537 миллиметра, что также является самым высоким показателем из всех ранее полученных.

Еще одной исследуемой смазкой из семейства Gazpromneft является Литол-24 (рис. 6).



Рис. 4. Столбик исследуемой смазки Liqui Moly Mehrzweck-fett



Рис. 5. Столбик исследуемой смазки Gazpromneft Grease LX EP 2

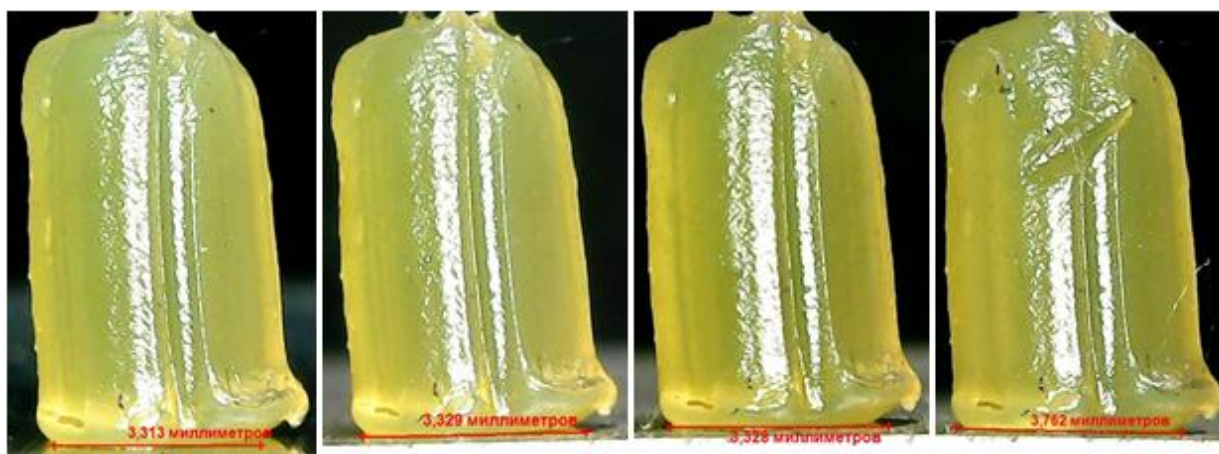


Рис. 6. Столбик исследуемой смазки Gazpromneft Литол-24

В начале эксперимента основание не полностью прилегало к пластине, а его диаметр равнялся 3,388 миллиметра. При сравнении первой и последней фотографий становится заметным сильный наклон столбика смазки. Можно сделать вывод о том, что смазка обладает высокой текучестью. Неровности основания, получившиеся при выдавливании, достаточно быстро сгладились, после чего столбик опирался на поверхность пластины уже всем основанием. Выделение базового масла происходило значительно интенсивнее, чем у предыдущих образцов.

В начале эксперимента диаметр основания был равен 3,313 миллиметра. При выдавливании столбика смазки из шприца вновь сформировалось основание, не полностью прилегающее к поверхности пластины. Текучесть смазки достаточно мала: края основания, которые не опирались на поверхность

металлической пластины, сохранили свое «взвешенное» положение на протяжении всего эксперимента. Только в последнюю неделю стало очевидно небольшое опущение левого края основания. Помимо этого у смазки значительно увеличился диаметр основания (с 3,313 до 3,762 миллиметра, то есть на 0,449 миллиметра), что по большей части было вызвано выделением базового масла.

Приступим к исследованию смазки Mannol Universal Multipurpose Grease MP2 (рис. 7).

В начале эксперимента диаметр выдавленного столбика смазки был равен 3,06 миллиметра. Левый и правый края смазки вновь не прилегали к поверхности пластины. Уже в начале эксперимента произошло заметное выделение базового масла, которое продолжалось до конца эксперимента. Тем не менее первые три недели диаметр основания оставался неизменным. Такой результат связан с



Рис. 7. Столбик исследуемой смазки Mannol Universal Multipurpose Grease MP2



Рис. 8. Столбик исследуемой смазки ЦИАТИМ-201

погрешностями программы, в которой производились замеры. Итак, смазка не очень хорошо удерживает базовое масло, однако сохраняет форму на протяжении всего эксперимента. Действительно, изменений у диаметра основания практически не было (с 3,06 до 3,567 миллиметра, то есть на 0,507 миллиметра).

Обратимся к исследованию свойств смазки ЦИАТИМ-201 (рис. 8).

После выдавливания из шприца смазка достаточно плотно прилегла к поверхности пластины, а полученный столбик оказался достаточно ровным. Диаметр основания равнялся 3,642 миллиметра.

В процессе эксперимента постепенно увеличивалась площадь прилегания смазки к поверхности пластины. Заметное выделение базового масла происходило только в первые три недели, однако общее количество выделенного меньше, чем у предыдущих образцов.

Небольшие погрешности в измерениях после второй и третьей недели связаны с особенностями программы.

Итак, данная смазка, как и все предыдущие, недостаточно хорошо удерживает базовое масло. Продемонстрированные этим образцом результаты можно считать средними. Края основания прилегли, однако увеличение диаметра основания у этого образца наименьшее из ранее полученных: с 3,642 оно увеличилось до 3,896 миллиметра, то есть на 0,254 миллиметра.

Последней смазкой, изученной на установке с микроскопом, была ВНИИНП-282 (рис. 9).

После выдавливания на пластину смазка имела своеобразную форму столбика, чего не наблюдалось у других образцов. Столбик сразу образовал закраину для большей площади опоры. Диаметр основания был равен 4,149 миллиметра.

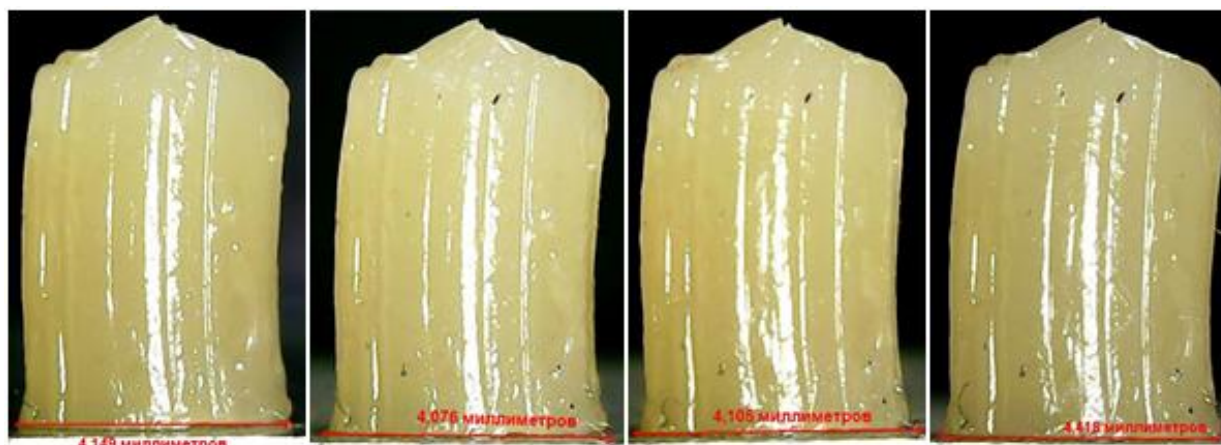


Рис. 9. Столбик исследуемой смазки ВНИИНП-282

С начала второй недели и до конца эксперимента происходило заметное выделение базового масла. По прошествии третьей недели правый край стал больше прилегать к пластине. При измерении диаметра основания данной смазки вновь наблюдались незначительные погрешности, связанные с особенностями работы программы.

Итак, смазка показала неплохие результаты: по своей текучести она схожа с ЦИАТИ-Мом; по количеству выделенного базового масла практически не отличается от ранее изученных образцов. Увеличение диаметра составило 0,269 миллиметра (с 4,149 до 4,418), что является средним значением для рассмотренных смазок.

Исследования антикоррозионных и водоотталкивающих свойств пластичных смазок

Одним из требований, предъявляемых к пластичным смазкам, является наличие водоотталкивающих свойств. В результате воздействия влаги на поверхность металлических механизмов появляется коррозия и ржавчина, что может стать причиной снижения эксплуатационных характеристик, повреждения узла трения, а в худшем случае выхода всего механизма из строя.

В настоящее время стандарт DIN не имеет установленной технологии проверки водоотталкивающих свойств пластичных смазок. На практике самый простой способ исследования – опустить предварительно обработанный

смазкой металлический предмет в воду. По количеству выступившей на металле ржавчины можно судить о влагозащитных свойствах смазки. Однако такой метод не даст точных данных: ориентируясь лишь на визуально заметное изменение, невозможно оценить все антикоррозионные свойства смазки.

Вода является хорошим проводником электрического тока, а пластичная смазка выступает, скорее, в качестве диэлектрика, не пропускающего или же значительно задерживающего электрический ток. По закону Ома $U = I \cdot R$. Мы используем эти свойства при разработке проверяющей установки, в которой будет задействована вода, металлические пластины, пластичная смазка и электрический ток. Установив стабильное значение напряжения, мы создадим постоянную зависимость силы электрического тока от сопротивления. Сопротивление может изменяться в зависимости от сопротивления пластичной смазки и коррозионного слоя. Обладающая плохими водоотталкивающими свойствами смазка будет пропитываться водой, и со временем последняя достигнет поверхности пластины. Вода начнет напрямую контактировать с пластинами, а сопротивление смазки будет минимальным. Из-за контакта с водой на пластинах может образовываться коррозия, являющаяся причиной повышения сопротивления из-за своих диэлектрических свойств.

Создадим установку (рис. 10), на которой будет применяться данная технология.

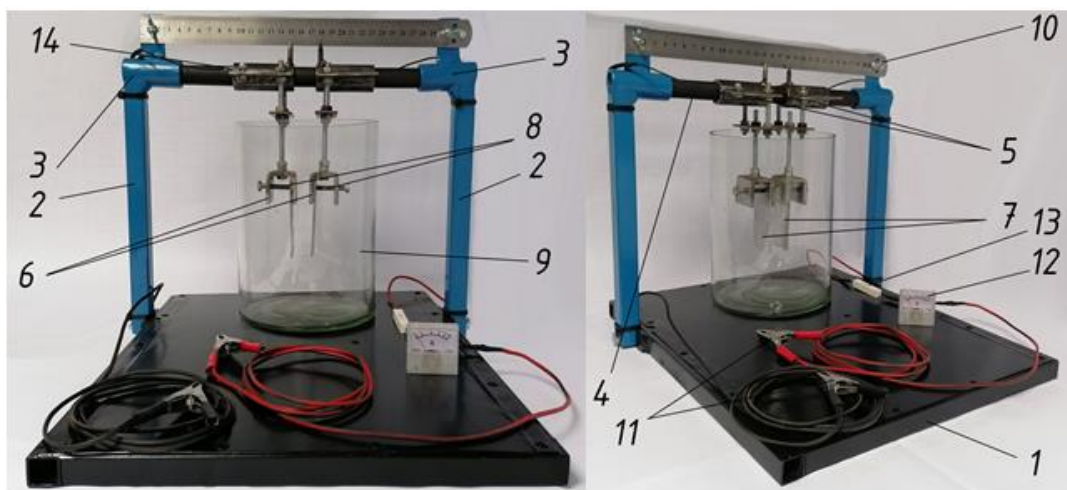


Рис. 10. Стенд для испытания водоотталкивающих и антикоррозионных свойств пластичных смазок. Источник тока (аккумулятор) не показан

На станине (1) установлено две стойки (2), которые в сечении представляют собой две профильные трубы. На каждой стойке сверху при помощи сварки установлен отрезок стальной трубы (3). Через эти отрезки труб проходит эбонитовая палочка (4), вдоль которой будут двигаться две конструкции (5), состоящие из пластин, шпилек и гаек. В нижней части конструкции находится П-образный фиксатор (6), в котором удерживается тестируемая пластина (7). Фиксация производится посредством прижима испытываемой пластины к одной из внутренних сторон П-образного фиксатора; сам прижим осуществляется при помощи болта (8), который проходит через отверстие с резьбой, находящееся на другой стороне фиксатора. На основании станда установлена колба (9) с водой, в которую будут опускаться пластины. Сила тока в контуре зависит от расстояния между пластинами, поэтому на отрезках труб в верхней части закреплена линейка (10).

Контур электрической цепи состоит из черного и красного проводов и двух клемм аналогичного цвета (11), которые подключаются к аккумулятору с напряжением 12В. Для измерения силы тока в цепи используется амперметр (12) с максимально допустимым значением 20А. Сила тока аккумулятора для такого амперметра слишком высока, поэтому для ее снижения в контур встроен резистор 10W3KJ (13), обладающий сопротивлением 3 КОм.

От плюсового контакта аккумулятора через подключенную красную клемму с изоляцией ток идет по красному проводу до

амперметра, после амперметра он проходит через резистор и далее – на металлическую клемму (14).

При подаче электрического тока на пластины, частично погруженные в воду, контур замыкается. При нахождении заостренных концов на расстоянии 30 мм друг от друга, сила тока в цепи, по показанию амперметра, равняется 6,5 А. Если сократить расстояние до 20 мм, она повысится до 7А. Если же пластины будут контактировать друг с другом напрямую, то сила тока будет составлять 8А. Для экспериментов будет выбрано расстояние между заостренными концами болтов 30 мм.

Полированные металлические пластины будут покрыты смазкой и опущены в воду. Во время эксперимента будут фиксироваться показания амперметра и изменения внешнего вида пластин.

- Первой смазкой, испытанной на данной установке, являлась Литол-24 от компании ОйлРайт.

Смазав пластины, мы погрузили их в воду (рис. 11) и подали на них электрический ток.

В процессе эксперимента были получены следующие значения силы тока: 1ч – 4А; 3ч – 4,5А; 9ч – 5А; 20ч – 5,5А; 28ч – 5,5А; 52ч – 5,5А.

Спустя 3 часа на одной из пластин образовались пузырьки.

Через 9 часов на поверхности воды стали появляться пятна базового масла, выделившегося из состава смазки.



Рис. 11. Металлические пластины, смазанные смазкой Литол-24 от компании ОйлРайт и опущенные в воду

Спустя 20 часов количество масляных пятен на поверхности воды увеличилось, а вода стала приобретать желтоватый оттенок. Количество пузырей на пластине также возросло.

Через 28 часов на дне стал появляться осадок.

В течение последних суток выделенного базового масла, пузырей и осадка не добавилось. На вынутых из воды пластинах были заметны следы коррозии.

Это может говорить о том, что данная смазка обладает плохими водоотталкивающими, но хорошими антикоррозионными и адгезионными свойствами. Предполагается, что на пластине образовалась защитная пленка, которая не является диэлектриком, но при этом защищает пластины от прямого контакта с водой, вызывающего появление ржавчины. Однако при этом загуститель недостаточно хорошо удерживает базовое масло при контакте с водой, а также со временем под воздействием воды электропроводимость смазки увеличивается.

- Рассмотрим свойства смазки Mannol Universal Multipurpose Grease MP2.

В процессе эксперимента установлены следующие значения силы тока: 1ч – 5А; 5ч – 5А; 6ч – 5А; 17ч – 5,5А; 24ч – 5,5А; 50ч – 5,5А.

Перед началом эксперимента мы заменили воду, очистили пластины от предыдущей смазки и обезжирили их. Нанеся новую смазку на пластины, мы погрузили их в воду.

Спустя 5 часов изменился цвет воды, и образовалось большое количество пузырей на одной из пластин. Было замечено образование коррозии.

Спустя 6 часов на дне стакана начали оседать частицы смазки. Цвет воды продолжал изменяться.

По прошествии еще 11 часов на поверхности рядом с пластинами были замечены скопления базового масла. Также усилилась коррозия на одной из пластин.

Еще через 7 часов пятна базового масла стали объединяться в одно большое пятно возле пластин. Явных изменений в цвете воды, коррозионном процессе, количестве осадка и пузырей замечено не было.

По прошествии 26 часов по-прежнему не было замечено никаких изменений, поэтому мы прекратили эксперимент над данной смазкой.

При эксперименте со смазкой Mannol Universal Multipurpose вода была менее мутной, выделилось меньше осадка. Базового масла выделилось значительно больше, чем в предыдущем эксперименте. В остальном же данная смазка и предыдущая показали сравнимые результаты. Можно говорить о хороших адгезионных и противокоррозионных свойствах изученных смазок, но при этом их электропроводимость оказалась высокой, а удерживание базового масла загустителем не очень эффективным. Время пропитывания смазки водой было сходным, порог силы тока не был превышен и также равнялся 5,5 А.

- Приступим к изучению свойств смазки Liqui Moly LM 50 Litho HT.

В процессе эксперимента зафиксированы следующие значения силы тока: 1ч – 4,5А; 8ч – 4,5А; 24ч – 4,5А; 34ч – 4,5А; 58ч – 4,5А.

Спустя 8 часов с начала эксперимента на поверхности воды стали образовываться пятна базового масла, которые частично группировались возле пластин. Возле пластины образовалось некоторое количество пузырей; было отмечено появление ржавчины.

Спустя 16 часов увеличилось количество коррозии и пузырей на пластинах; на дне стакана было замечено образование осадка. Цвет воды при этом незначительно поменялся, приобретая желтый оттенок.

Спустя еще 10 часов часть смазки, погруженная в воду, приобрела светло-голубой оттенок (рис. 12). Часть, которая не контактировала с водой, сохранила синий цвет.

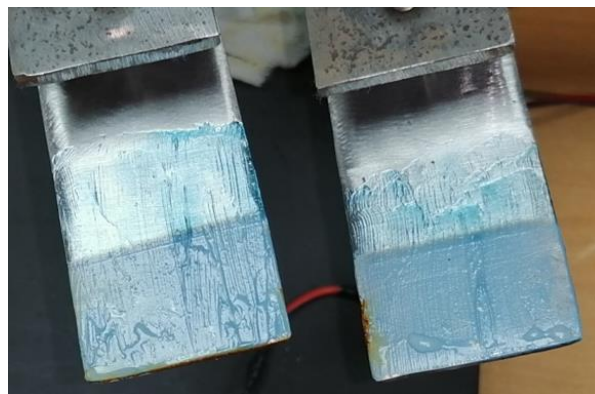


Рис. 12. Изменившийся цвет пластин, обработанных смазкой Liqui Moly LM 50 Litho HT

Через 58 часов после начала эксперимента наблюдалось образование коррозии по

граням пластин и значительное увеличение осадка.

Сила тока в цепи имела минимальное значение из ранее выявленных и не менялась на протяжении всего эксперимента, тем не менее в некоторых местах на поверхности пластины выступила коррозия.

Коррозия не была сильной, а смазка хорошо удерживалась на пластине, поэтому можно сделать вывод, что смазка имеет неплохие водозащитные свойства. Антикоррозионная активность смазки проявлена слабо, поскольку коррозия появилась практически сразу.

- Следующей испытуемой смазкой была Liqui Moly Mehrzweck-fett.

Значения силы тока в процессе эксперимента были следующими: 1ч – 4А; 9ч – 4,5А; 24ч – 4,5А; 50ч – 4,5А.

Спустя 9 часов на одной из пластин образовались пузырьки, а на поверхности воды возле пластин стали появляться пятна базового масла. Стоит отметить, что настолько большое количество базового масла выделилось только у смазки Mannol, но произошло это только в конце эксперимента.

Через 24 часа были замечены небольшие следы коррозии на краях пластин.

В следующие 26 часов эксперимента практически не наблюдалось изменений. По краям пластин выделилось некоторое количество ржавчины, а часть смазки, контактировавшая с водой, стала значительно светлее.

Свойства данной смазки сложно охарактеризовать однозначно. Основная часть базового масла выделилась очень быстро, уже в первые 6 часов от начала эксперимента. Оставшийся загуститель, видимо, обладает хорошими диэлектрическими свойствами.

- Пятая исследуемая смазка, а именно Gazpromneft Grease LX EP 2 произведена компанией «Газпром Нефть».

В процессе эксперимента получены следующие значения силы тока: 1ч – 3,5А; 9ч – 4А; 24ч – 4А; 32ч – 4А; 48ч – 4А; 56ч – 4А.

Спустя 9 часов на поверхности воды стали появляться пятна базового масла, но в сравнении с предыдущими смазками масла выделялось немного. На минусовой пластине образовывалось немного пузырьков.

Через 24 часа пятен базового масла стало

больше; цвет воды незначительно изменился. Кроме того, было замечено появление коррозии на краях пластин. Выделение пузырей было не таким интенсивным, как при использовании предыдущих смазок.

Спустя еще 24 часа количество пятен базового масла увеличилось, как и количество пузырей. Коррозия заметно усилилась и стала распространяться по краям пластины. Цвет воды продолжал меняться, а на дне стакана был замечен мутно-желтый осадок.

Эксперимент продолжался еще 8 часов, но сильных изменений не наблюдалось.

После извлечения пластин из воды можно было наблюдать сильное выделение ржавчины на трех плоскостях пластины. Таким образом, рассмотренная смазка хуже ранее изученных защищает от коррозии, однако имеет неплохие изоляционные свойства. В самом деле, изначальная сила тока и верхний ее предел были наименьшими (4А) из полученных до этого.

- Далее изучались свойства смазки Gazpromneft Литол-24.

Значения силы тока в процессе эксперимента были следующими: 1ч – 4,5А; 9ч – 4,5А; 24ч – 4,5А; 48ч – 4,5А.

Спустя 9 часов мы заметили, что на одной из пластин образовалось большое количество выстроенных рядами пузырьков. Под одним из рядов, на краю пластины, начала образовываться коррозия. На поверхности воды было обнаружено несколько пятен базового масла.

Спустя 16 часов коррозия на пластинах усилилась; изменений в количестве выделившегося базового масла не было. Осадок или изменения цвета воды не обнаружено.

В следующие 24 часа никаких изменений не произошло, вследствие чего мы завершили эксперимент.

После извлечения пластины из воды можно было наблюдать следы коррозии и осветление части смазки, контактировавшей с водой.

Итак, смазка имеет стабильные показатели изоляции электрического тока.

- Следующей изучаемой в нашем эксперименте смазкой является ЦИАТИМ-201.

В процессе эксперимента были зафиксированы следующие значения силы тока: 1ч –

5А; 5ч – 5А; 21ч – 5,5А; 29ч – 5,5А; 63ч – 5,5А.

Спустя час на поверхности воды появилось большое количество масляных пятен. При этом пузырьков на пластине с минусовым контактом не наблюдалось.

Спустя еще 4 часа мы обнаружили, что обе пластины практически полностью покрыты мелкими пузырьками (рис. 13). Кроме того, пятен базового масла стало больше, а на одной из пластин было замечено некоторое количество ржавчины.

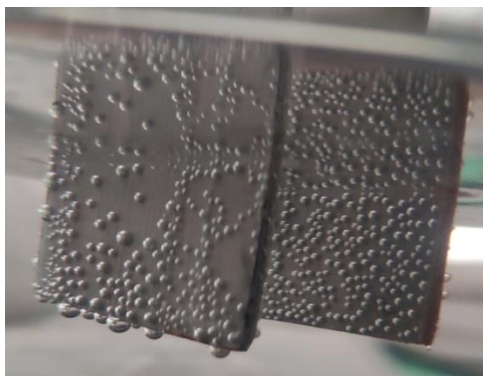


Рис. 13. Образование пузырей в процессе эксперимента; ЦИАТИМ-201

Через 16 часов пузыри по-прежнему покрывали большую часть пластин. Пятен на поверхности воды стало еще больше.

Спустя еще 8 часов вода стала приобретать мутноватый оттенок. На одном из краев пластины была заметна коррозия, частично выступавшая на поверхность воды.

В следующие 24 часа не произошло заметных изменений.

На краях вынутых из воды пластин были видны явные следы коррозии. Как и ожидалось, смазка не продемонстрировала особенных водоотталкивающих и противокоррозионных свойств. Не стоит забывать, что сам производитель не упоминает о наличии этих защитных качеств у смазки.

- Последней изученной нами смазкой стала ВНИИМП-282.

Значения силы тока в процессе эксперимента были следующими: 1ч – 4А; 9ч – 4А; 25ч – 4,5А; 33ч – 4А; 49ч – 4А; 73ч – 3А.

Спустя 9 часов на одной из пластин стали образовываться пузыри сравнительно больших размеров. Также на поверхности воды появилось незначительное количество базового масла.

Спустя 16 часов базового масла на поверхности воды стало чуть больше.

Спустя еще 8 часов сила тока в цепи внезапно снизилась до 4 А. Количество пятен базового масла увеличилось; коррозия распространилась на обе пластины; на дне образовался осадок. Цвет воды изменился, приобретя желтоватый оттенок. Кроме того, было замечено странное поведение смазки в месте образования пузырей. На фотографии можно видеть, как смазка вспучивается, оставляя волнистый след (рис. 14).



Рис. 14. Вспучивание нанесенной на пластину смазки ВНИИМП-282

По прошествии еще 16 часов увеличилось количество ржавчины и выделенного из смазки базового масла. Осадок на дне стакана стал более характерным и имел желтый цвет. Волнистый след в одном из углов смазки не пропал. Пузырей стало немного меньше.

Еще через 24 часа мы зафиксировали уменьшение силы тока: она составляла всего 3 А. Причиной этого является коррозия, образовавшаяся на пластинах и значительно снизившая электропроводность. Сила тока оставалась постоянной до тех пор, пока смазка не допускала прямого контакта воды с поверхностью пластины. Далее электропроводность на незащищенных смазкой участках временно увеличивается, но образование коррозии, выступающей диэлектриком, вновь снижает силу тока.

Волнистый след на одной из пластин стал еще более заметным, что, по всей видимости, говорит о сползании смазки с поверхности пластины под воздействием воды, то есть о плохих адгезионных свойствах смазки (рис. 14).

Следует сказать, что рассмотренная смазка, согласно заявлениям производителя, разрабатывалась для аппаратов, используемых под водой. В результате исследования мы выяснили, что показатели водостойкости и

антикоррозийности смазки худшие из ранее полученных; смазка практически не имеет защитных свойств. Возможно, данная смазка хороша только своей безопасностью для человека.

Экспериментально изучив 8 смазок, мы выявили, что при взаимодействии с водой и электрическим током они проявляют различные свойства. Можно уверенно сказать, что ни одна из рассмотренных смазок не является в полной мере водостойкой и коррозионностойкой, несмотря на добавление соответствующих присадок. Возможно, одной из причин является неподходящий загуститель, в качестве которого в данных смазках выступает литиевое мыло. Лучшую защиту от воды и коррозии могут обеспечить смазки на основе алюминиевых или силиконовых мыл.

Выводы

Во время экспериментов на первом стенде базовое масло выделялось у каждой смазки, но в различном количестве. Так, смазка Литол-24 ОйлРайт показала самые лучшие результаты: диаметр ее столбика увеличился всего на 0,151 мм. Немного хуже были показатели у смазок ЦИАТИМ-201 и ВНИИНП-282: 0,254 мм и 0,269 мм соответственно. Еще меньшей стойкостью обладали смазки компании Liqui Moly, показавшие примерно одинаковый результат – 0,374 мм у Mehrzweck-fett и 0,388 мм у LM 50 Litho HT. В число худших вошли смазки от компаний Gazpromneft и Mannol Universal Multipurpose Grease MP2. Диаметр столбика смазки Gazpromneft Литол-24

увеличился на 0,449 мм, а Grease LX EP 2 – на 0,537 мм.

Вторым этапом было исследование смазок при воздействии на них воды. Исследование дало неоднозначные результаты. Снова самой лучшей смазкой оказался Литол-24 ОйлРайт. Несмотря на большую силу тока, на пластинах практически не образовалось коррозии. Чуть хуже проявила свои свойства смазка Liqui Moly, Mehrzweck-fett: на металле образовалось больше коррозии, но сила тока сохранялась постоянной. Менее эффективной оказалась смазка Gazpromneft Grease LX EP 2: на пластинах было значительно больше ржавчины, но сила тока, как и при использовании предыдущей смазки, была постоянной. Сходные результаты дало также испытание второй смазки от Газпромнефти: при употреблении ее варианта Литола ржавчины было немного больше. На пластинах со смазкой Mannol Universal Multipurpose Grease MP2 коррозия формировалась еще интенсивнее, а диэлектрические свойства смазки схожи с таковыми у Литол-24 ОйлРайт. Liqui Moly LM 50 Litho HT сохраняла постоянство силы тока в цепи, но это не уберегло пластины от обильного образования на них коррозии. Хуже всех показали себя отечественные смазки ЦИАТИМ-201 и ВНИИНП-282. Характерно, что производитель первой смазки заявлял об отсутствии у нее антикоррозионных и водоотталкивающих свойств. У последней смазки наличие упомянутых свойств было заявлено, что противоречит результатам проведенного нами исследования.

Список источников

1. Шаповалов В.В., Эркенов А.Ч., Кохановский В.А. Триботехника. М.: Изд-во Феникс, 2017. 351 с.
2. Полюшкин Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки. Красноярск: Изд-во Красноярского государственного аграрного университета, 2013. 192 с.
3. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Изд-во «Машиностроение», 1977. 526 с.
4. Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии. М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2007. 368 с.
5. Блинова И.О., Глухова В.А., Миронычев Д.А., Каргин К.А. Отечественные пластичные смазки, применяемые в гражданской авиации // European Research: сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции (г. Пенза, 7 сентября 2020 г.). Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2020. С. 16–18.
6. Гаркунов Д.Н. Триботехника. М.: Изд-во Машиностроение, 1989. 328 с.
7. Котельников С.Н., Васечкин У.А., Сериков К.А., Торговцев К.А., Гусев А.Ф., Стрельников А.Н., Кокоуров Д.В. Изучение смазывающих свойств масел по каплеобразованию // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сборник статей XV Всероссийской научно-практической конференции (г. Иркутск, 22 декабря 2020 г.). Иркутск: ИРНТУ, 2021. С. 167–173.
8. Жорник В.И., Запольский А.В., Ивахник А.В. Получение пластичной смазки на наноструктурированном смешанном загустителе с порошкообразными исходными компонентами дисперсной фазы // Порошковая металлургия: Инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка: сборник

докладов 12-го Международного симпозиума. (г. Минск, 7–9 апреля 2021 г.). Минск, 2021. С. 367–380.
9. Котельников С.Н., Васечкин У.А., Стрельников А.Н., Кокоуров Д.В. Способы анализа смазывающих свойств масел // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сборник статей XIII Всероссийской научно-

практической конференции (г. Иркутск, 23 декабря 2019 г.). Иркутск: ИРНТУ, 2020. С. 123–128.
10. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А. и др. Основы трибологии (трение, износ, смазка). М.: Изд-во «Машиностроение», 2001. 664 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Васечкин Ульян Александрович,
студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ulyan.vase4kin@ya.ru

Ulian A. Vasechkin,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ulyan.vase4kin@ya.ru

Андреев Иван Андреевич,
студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
andreewer@mail.ru

Ivan A. Andreev,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
andreewer@mail.ru

Котельников Степан Николаевич,
студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kotelnikov.s.nikolaevich@mail.ru

Stepan N. Kotelnikov,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
kotelnikov.s.nikolaevich@mail.ru

Стрельников Александр Николаевич,
к.т.н., доцент,
кафедра «Строительные дорожные машины
и гидравлические системы»,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
strelnikov077@rambler.ru

Aleksandr N. Strelnikov,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Road Construction Machines
and Hydraulic Systems Department,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
strelnikov077@rambler.ru

Кокоуров Дмитрий Владимирович,
к.т.н., доцент,
заведующий кафедрой
«Строительные дорожные машины
и гидравлические системы»,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Kokourovdv@istu.edu

Dmitrii V. Kokourov,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Head of the Department
“Road Construction Machines and Hydraulic Systems”,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Kokourovdv@istu.edu

Управление энергообеспечением энергоемкого промышленного предприятия в современных условиях

© Н.Л. Костылева¹, Е.Ю. Пузина^{1,2}

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

²Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье обобщены структурные элементы энергетического менеджмента, являющиеся базой ресурсной эффективности производственных предприятий, и определены их взаимосвязи. Выявлена основная сущность развития стратегического управления энергоэффективностью. Выполнен анализ экономических и технологических факторов, обеспечивающих необходимое и стабильное повышение энергоэффективности промышленного предприятия, определен порядок их стратегической наработки и эффективного продвижения, а также методы их возможного стратегического расширения, подходы и условия их выбора. Рассмотрены виды энергетических стратегий для построения стратегических моделей по управлению энергоэффективностью предприятий. Определены цели и задачи энергетической политики, направленной на создание и развитие корпоративной системы управления энергоэффективностью, установление приоритетных направлений и принципов реализации экономических и технологических мероприятий для энергоемкого промышленного предприятия. Это особенно актуально в современных условиях и экономических вызовах последних лет, связанных с нестабильными экономической и энергетической ситуациями не только в нашей стране, но и во всех странах мира, на фоне обострения террористических угроз, политических разногласий, разрыва логистических цепочек и введения экономических санкций, усугубляющихся из-за не прекращающейся пандемии коронавирусной инфекции по всему миру и борьбы человечества с ее последствиями.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, энергоэффективность, типология стратегий энергосбережения, энергетическая политика, энергоемкое промышленное предприятие

Energy supply management of an energy-intensive industrial enterprise in modern conditions

© Natalia L. Kostyleva¹, Elena Yu. Puzina^{1,2}

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

²Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article summarizes the structural elements of energy management, which are the basis of resource efficiency of industrial enterprises, and defines their interrelations. It reveals the main essence of the development of strategic management of energy efficiency. The article analyzes the economic and technological factors that provide the necessary and stable increase in the energy efficiency of an industrial enterprise, determines the procedure for their strategic development and effective promotion, as well as methods for their possible strategic expansion, approaches and conditions for their selection. The article considers the types of energy strategies for building strategic models for managing the energy efficiency of enterprises; defines the goals and objectives of the energy policy aimed at creating and developing a corporate energy efficiency management system, establishing priority areas and principles for the implementation of economic and technological measures for an energy-intensive industrial enterprise. This is especially true in modern conditions and the economic challenges of recent years associated with unstable economic and energy situations not only in our country, but also in all countries of the world, against the backdrop of escalating terrorist threats, political disagreements, disruption of supply chains and the introduction of economic sanctions, which are aggravated due to the ongoing pandemic of coronavirus infection around the world and the struggle of humanity with its consequences.

Keywords: energy management, energy efficiency, typology of energy-saving strategies, energy policy, energy-intensive industrial enterprise

Введение

Обеспечение энергетической эффективности, повышающее экологическую безопасность промышленных предприятий и

усиливающее социальную ответственность, становится главным предметом научных изысканий теории и практики управления производственными предприятиями. Интенсив-

ность реализации мероприятий повышения энергетического эффекта в работе международных компаний ежегодно растёт и распространяется на такие направления, как разработка проектных решений в области энергетической эффективности строительных сооружений, а также отдельного производственного оборудования. Реализация подобных технологий также считается приоритетной задачей для отечественных предприятий с различными видами производственной деятельности.

Структура энергоменеджмента и факторы повышения энергетической эффективности на производственных предприятиях

Структура энергоменеджмента компании включает в себя множество составляющих, связанных с управлением промышленными предприятиями и их организацией, внутрипроизводственной логистикой, получением энергии от сторонних поставщиков, производством энергии при помощи собственных энергоисточников и экономией энергии. Все эти составляющие тесно взаимосвязаны и управляются через стратегический менеджмент и систему кадровых ресурсов [1, с. 77].

Управление производственным процессом при помощи энергоменеджмента характеризуется функциональными нюансами действующей энергосистемы. Передающая инфраструктура состоит из подсистем для энергоснабжения конкретных потребителей в рамках технологической системы. Это электросети, газопроводы и т. д., обеспечивающие передачу энергетических потоков.

К инженерной инфраструктуре относятся крупные электростанции, насосные станции, т. е. технические устройства, которые необходимы для преобразования и передачи энерго-ресурсов. Управляющая и информационная система состоит из контрольно-измерительных устройств, комплексов автоматического учета и управления энергоснабжения и т. д.

Функции энергоменеджмента в этой сфере – управление и обеспечение бесперебойной работы организационного пространства, реконструкция инфраструктуры. Внутрифирменная логистика системы энергетического менеджмента нацелена на совершенствование метода движения физических объектов, таких

как готовая продукция, полуфабрикаты для обеспечения оптимального режима энергопотребления.

Целями оптимизации считаются дальность перевозки и энергоёмкость на единицу длины энергосети. Для повышения энергоэффективности транспорта компании составляют энергетический баланс, одну из составляющих энергетической базы компании [3, с. 5].

Закупка внешних энергоресурсов и производство энергии при помощи собственных мощностей зависит от покупных цен. Процесс комплектования включает нахождение самых рациональных условий: снабжение энергией, оптимизацию количества внешних энергоресурсов и управление производством внутренних энергоресурсов на предприятиях.

Последний выполняется при помощи алгебраического моделирования для вычисления необходимого количества покупных энергоресурсов, принимая во внимание текущую структуру энергетических потребностей (к примеру, по уравнению Вильсона) и прочие способы закупки материальных ценностей, а также решений о доставке, исходя из снабжения.

Энергоресурсы – это различные ресурсы, используемые в целях обеспечения важнейших производственных процессов, в том числе тепловые, механические, химические и другие виды энергетических источников, в том числе классические (природные виды топливных ресурсов, ядерное топливо, гидроэнергетика) и нетрадиционные виды (использование солнечной, геотермальной, биомассы и так далее).

Наиболее важным шагом в энергетическом планировании закупки энергоресурсов является определение необходимого количества топлива и составление планов их потребления для производства. Главными векторами энергопотребления промышленного предприятия считаются электроснабжение и аспирация производственных цехов, отопление и подача горячей воды в административно-хозяйственные здания, снабжение главных и вспомогательных агрегатов для производства продукции [5, с. 165].

Энергетические ресурсы в технологическом процессе превращаются в тепло,

электроэнергию и энергию топлива, для этого расходуется вода и вторичные энергоресурсы. Как было неоднократно сказано, развитие системы энергосбережения должно строиться с применением вторсырья, в т. ч. энергоресурсов.

Помимо вынужденных безвозвратных отходов во многих производственных цехах образуются утилизируемые отходы, значительно снижающие закупки сторонних энергоресурсов для технологических процессов. Энергетики различают горючие теплоэнергетические ресурсы и энергию, создающуюся в результате перепадов давления внутри технологических устройств.

Каждая характеристика, которая связана с закупкой и применением энергоресурсов, непосредственно воздействует на уровень себестоимости товаров, не является исключением и энергоемкая лесохозяйственная отрасль. Следовательно, эта составляющая структуры управления энергопотреблением оказывает непосредственное влияние на эффективность производства с экономических позиций [7, с. 58].

Эксплуатация энергосектора в структуре энергетического менеджмента является комплексом управленческих и технологических операций, которые помогают поддерживать ключевое энергетическое оборудование в исправном виде. Этот вектор деятельности состоит из мониторинга оперативной ситуации энергетического хозяйства, создания графиков плановых ремонтов технических устройств, финансового анализа эффективности замены главных производственных мощностей в энергетике.

Фактический износ, который устанавливается по выработке ресурса оборудования и интенсивности процессов, определяется при помощи накопленного амортизационного индекса для конкретной группы технических устройств. Моральное устаревание устанавливается при помощи оценки качества техники с учетом научно-технических достижений и требует профессионального технического обоснования.

Важнейшее значение в структуре энергоменеджмента имеет корпоративный персонал, определяющий инициативы в области энергоэффективности, являющийся главным

фактором для образования внутренних баз информации для энергоменеджмента, и кроме того, выполняющий инновационные функции.

В целях повышения эффекта от деятельности в сфере экономии энергоресурсов на производстве проводят многоуровневое обучение персонала, применяют сторонний интеллектуальный потенциал в форме консалтинговых услуг, проектных концепций реконструкции энергетического комплекса. Обучение персонала в сфере энергетического менеджмента должно быть междисциплинарным, так как технологические меры необходимо обосновывать с позиций их индивидуального экономического эффекта.

Все эти составляющие структуры энергетического менеджмента являются базой ресурсной эффективности производственных предприятий, надзор за которой ведется посредством регулярных аудитов. Последнее предполагает системный сбор и анализ данных об источниках энергии, потребителях, методах их трансформации, соотношения возвратных и невозвратных утрат энергии.

Базой аудита является разработка численных и качественных значений для стандартов, которые содержатся в структуре стандартов менеджмента качества. Аудит может серьезно уменьшить затраты на энергию в краткосрочной перспективе, что отражается, например, в показателях работы центров принятия энергетических решений [9, с. 9].

Все условия, от которых зависит энергоэффективность, показаны на рис. 1. Энергоменеджеры считаются регуляторами системы энергосбережения, а также проводниками управленческих реформ и изменений. Этот вид управленцев также обязан иметь междисциплинарное образование в комплексе с компетентностью в сфере технических характеристик энергетического оборудования, с умениями использования организационных и экономических средств планирования и управления в области энергетики. Кроме этого, они должны обладать производственным опытом в конкретных техпроектах и навыками управления группы технических и финансовых экспертов в общей структуре персонала энергоменеджмента [2, с. 102].

Главной функцией энергоменеджера

считается не только управление деятельностью всей системы энергоменеджмента, но и руководство изменениями и преодоление препятствий для них. По данной причине важным фактором для успешной деятельности таких специалистов на предприятиях является знание функциональных инструментов управления, принимая во внимание нюансы отдельных предприятий и взаимоотношений между существующими рабочими группами.

Энергоменеджеры участвуют во всех сферах жизни предприятия, от разработки производственной политики и стратегии до специальных техпроектов по реализации технических изменений в ряде подразделений, которые нацелены на экономию энергии.

Разработка энергетической стратегии требует рассмотрения порядка взаимодействия между затратами на энергию и энергосбережением, а также взаимосвязи между системой снабжения энергетическими ресурсами и доступностью потребителей энергии.

В непосредственные компетенции менеджеров в области управления энергоресурсами также входит взаимодействие с сотрудниками, разработка эффективных систем учета инициатив работников в сфере

экономии энергоресурсов, понимание задач разных типов сотрудников в энергосбережении как в производственной, так и в административно-хозяйственной работе [4, с. 90].

Все эти векторы говорят о важной общественной роли энергоменеджера, выполнение которой имеет принципиальное значение в повседневной деятельности.

Область стратегического менеджмента в сфере энергетической эффективности и экономии энергоресурсов связывает национальную и региональную энергетическую политику с системой энергетического менеджмента на производстве.

Исключительно по данной причине сбалансированный анализ внутренней и внешней среды является одним из главных показателей для функционирования системы стратегического управления в сфере планирования, использования и управления энергетическими ресурсами. Среди условий окружающего мира важную роль имеют ценовая стратегия местных энергетических компаний и сетевых организаций, а также колебания стоимости на главные промышленные энергоресурсы, к примеру, нефть и продукты ее переработки, твердое и газовое топливо.



Рис. 1. Факторы повышения энергетической эффективности на производственных предприятиях

Окружающий мир также создает хорошие способы экономии энергоресурсов, которые обеспечивают развитие высоких стандартов в сфере энергетики и экологии на уровне отрасли.

Энергосберегающие технологии [11, с. 261], ставшие передовым опытом в современную эпоху, касаются и энергетической эффективности помещений (снижение тепловых потерь, рекуперация теплоты, поступающей для отопления помещений), и снижения потерь за счет создания эффективной транспортной инфраструктуры. Поэтому стратегическое исследование окружающего мира должно состоять из обзора передовой практики менеджмента и оценивания ее применимости к конкретному производству.

Стратегический менеджмент в области экономии энергоресурсов отличается долгосрочной ориентацией, учитывающей индивидуальные инвестиционные предпочтения предприятий. Долговременная стратегия включает разработку конкретных действий системы в ответ на изменения в окружающей и внутренней среде, которые определяются в стратегии [6, с. 249].

По мнению руководства, принцип заключается в преследовании общих, реалистичных и измеримых целей, которые приводят компании к успеху в сфере управления энергией. Стратегию тоже можно представить как руководящий принцип в формировании и контроле полезности определенных производственно-экономических процессов. В начале стратегического менеджмента формулируются подходы, которые задаются текущими факторами в окружающей и внутренней среде, такими как

уровень технологического развития производства, стандарты энергоэффективности и национальная политика на территориальном и общегосударственном уровне (рис. 2).

Предлагаемые подходы к энергоменеджменту

Методы стратегического менеджмента в сфере экономии энергоресурсов основаны на подходах к энергоменеджменту, наиболее важными из которых считается технический, комплексный и научный.

Авторами выбраны эти подходы, чтобы обобщить опыт применения методов энергоменеджмента в компаниях с разным техническим развитием и активностью внедрения инноваций.

В последние десятилетия широко применялся технократический подход, характеризующийся тем, что концепции энергоменеджмента сосредоточены на разработке, организации и контроле цикла энергопотребления в отношении энергетической инфраструктуры компании, технических параметров и основных производственных объектов. При таком подходе приоритет отдается планированию потребления энергоресурсов, а все возможности экономии энергоресурсов относятся к сфере технологических решений в промышленности. Технократический подход характеризуется отсутствием внимания к кадровым ресурсам, которые являются важным источником профессиональной компетентности и инноваций в сфере экономии энергоресурсов.

Системность в стратегическом управлении энергией устраняет недостатки традиционной концепции, в т. ч. путем создания

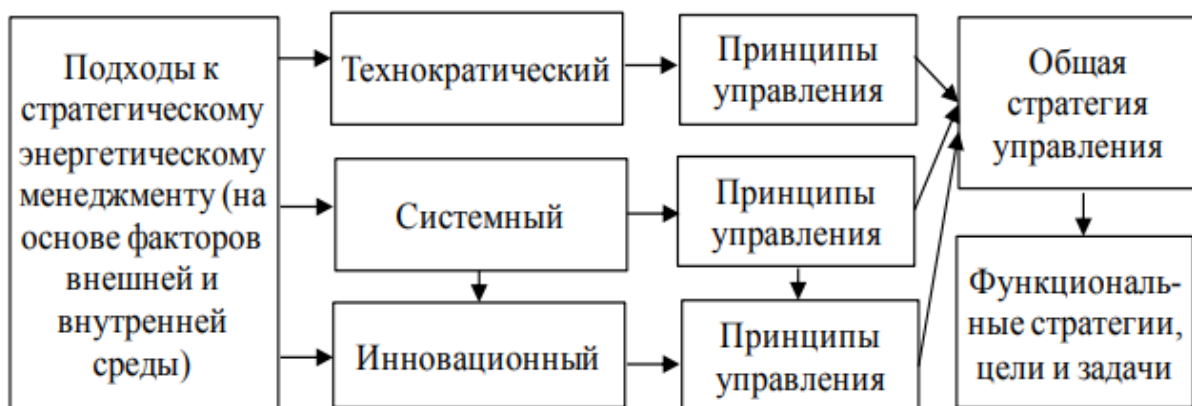


Рис. 2. Система стратегического энергетического менеджмента на производстве

общей структуры управления энергией. Системный подход исключает узость принципов определения возможности энергосбережения и проблему применения энергии в промышленности. Этот подход начинается с определения основных направлений энергетической стратегии, которая представляет из себя официальный взгляд главных менеджеров на энергетические показатели компании.

Энергетическая стратегия считается базой для выбора стратегий и постановки задач для отдельных структур компании. Таким образом, стратегия устанавливает структуру планов, процедур и приоритетов компании по внедрению и эксплуатации отдельных составляющих структуры энергоменеджмента.

Задачи мониторинга сохраняются на каждой стадии управленческого цикла в энергетике и свойственны и для технического, и для системного подходов.

Инновационный подход свойственен для многих компаний, которые делают разработку вопросов энергоэффективности главным направлением своей работы. Такой подход считается последователем системного подхода и его логическим продолжением. Его характерной чертой считается разработка инновационных технических и руководящих решений в сфере экономии энергоресурсов при помощи интеллектуального потенциала компании.

Степень новизны предлагаемого решения бывает разной, но общая идея заключается в использовании творческих возможностей работников компании, которые, вероятно, находятся в различных производственных и вспомогательных подразделениях. Этот инновационный подход обеспечивает комплексность энергетической и экологической деятельности предприятий на основе собственных инновационных решений. Определение концепции управления энергетикой в компании считается важным шагом в стратегическом управлении. В этих же условиях нельзя утверждать, что какой-то подход является исключительно положительным или исключительно отрицательным, но важно то, что все подходы вносят свой вклад в увеличение конкурентоспособности компании в целом.

Определение методов энергоменеджмента, как основы стратегического управ-

ления, осуществляется с применением таких информационных материалов: [8, с. 120]:

– Международные, государственные и территориальные стандарты.

– Научно-исследовательские издания, официальные сведения для прессы, отчетность об исследованиях и прикладных разработках.

– Формальные и содержательные знания по использованию нетрадиционных энергетических источников в производственной деятельности.

– Государственное законодательство, регулирующее использование энергии и способствующее энергосбережению в производстве.

Выбор энергетической стратегии для построения стратегических моделей

Процесс распределения и снабжения энергией не считается мгновенным и не может быть отделен от временного продолжения этого процесса. Поэтому любая концепция управления энергетикой обязана учесть этот фактор.

Разрабатывая энергетическую стратегию [12, с. 80], компании могут снизить риски и улучшить конкурентные позиции перед другими компаниями, чьи продукты и услуги представлены на рынке.

В своей работе германский ученый Йохан Калс перечисляет ряд типичных энергетических стратегий, которые применяются для построения стратегических моделей [10, с. 338].

Пассивные стратегии.

В таких стратегиях нет системного построения планов, а руководство энергетикой не воспринимается как отдельный объект действий. Разработка политики в области электроэнергетики и применение межгосударственных стандартов управления электроэнергией – это не реалии для предприятий, а вспомогательные средства, позволяющие компаниям найти способы работы в условиях растущей конкуренции.

Краткосрочные стратегии максимальной прибыли.

Команды менеджеров сосредотачиваются только на тех мерах, которые имеют короткий период возврата инвестиций и высокую рентабельность. Они фокусируются на решениях, которые уже доказали собственную

эффективность, более стандартизированы и имеют проверенную репутацию, поэтому их применение в организации не создает новых трудностей, таких как дополнительное обучение сотрудников или повышение эффекта от применения новейших технологий. Мероприятия с малой рентабельностью не принимаются к внедрению.

Долгосрочная стратегия максимальной прибыли.

Она подразумевает глубокое изучение рынка энергетики и технологий, а также то, что руководство рассматривает мероприятия с длительным сроком окупаемости. Подходящие мероприятия (к примеру, строительство новых электростанций или котельных) требуют времени на много лет. Они также улучшают имидж предприятия как социально ответственного и мотивируют сотрудников.

Стратегия применения всех мер по привлечению инвестиций.

Ее целью является реализация всех мероприятий по оптимизации энергопотребления с положительным экономическим эффектом в краткосрочный и долгосрочный период. Компании, использующие подобные стратегии, активно присоединяются как к прикладным исследованиям в области энергоэффективно-

сти, имеющим большой срок окупаемости, так и к фундаментальным исследованиям, например, в области альтернативной энергетики. С точки зрения рационального в экономическом смысле собственника, выбор стратегии можно представить как решение оптимизационной задачи о максимизации прибыли (в краткосрочном или долгосрочном периоде, в зависимости от его предпочтений) с учетом ограничений, накладываемых законодательством всех уровней (международный, федеральный, региональный и местный).

Заключение

При помощи научного анализа определены три концепции реализации стратегического управления энергетической системой промышленных предприятий. Все они имеют свои преимущества и фокусируется на различном использовании производственных, технологических и интеллектуальных возможностей модернизации энергохозяйства. Такой подход лежит в основе внедрения отдельных отраслевых стратегий, в которые входят процессы снабжения энергоресурсами, их распределение по источникам, надзора за эффективностью их использования на каждом уровне.

Список источников

1. Абрамович Б.Н. Интеллектуальная энергосистема предприятий минерально-сырьевого комплекса // Академия энергетики. 2021. № 3. С. 74–77.
2. Андрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент. М.: Высшая школа, 2022. 294 с.
3. Бажанов А.В. Энергетическая стратегия России и развитие возобновляемой энергетики // Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение». 2018. Т. 4. С. 3–8.
4. Баранов В.Н. Концептуальные модели стратегий и систем технического обслуживания и ремонтов энергетических объектов // Нефть и газ. 1998. № 6. С. 90–93.
5. Борисюк Н.К. Формирование эффективной стратегии производства и использования энергетических ресурсов // Вестник ОГУ. 2021. № 4. С. 165–167.
6. Борголова Е.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности. М.: Кнорус, 2019. 349 с.
7. Воронина О.В. Разработка стратегии развития топливноэнергетических компаний // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 5. С. 58–61.
8. Гулбрандсен Т.Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент. Минск: БГАТУ, 2020. 240 с.
9. Дабдина О.В. О реализации государственных программ по энергоэффективности и энергосбережению // Технологии техносферной безопасности. 2012. № 2. С. 9–18.
10. Дрождина А.И. Энергосбережение – инструмент реализации энергетической стратегии России // Вестник МГТУ. 2018. № 2. С. 338–342.
11. Пузина Е.Ю. Разработка мероприятий по экономии электроэнергии в системах электроснабжения электро-ремонтных предприятий // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: Всероссийская научно-практическая конференция с Международным участием (Иркутск, 21–24 апреля 2020 г.). Иркутск: Изд-во ИРННТУ, 2020. С. 258–262.
12. Шмараева В.С., Пузина Е.Ю. Стратегическое управление энергоэффективностью // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: Всероссийская научно-практическая конференция с Международным участием (Иркутск, 24–28 апреля 2018 г.). Иркутск: Изд-во ИРННТУ, 2018. С. 77–81.

Информация об авторах / Information about the Authors

Костылева Наталья Леонидовна,
студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
19nata79@mail.ru

Natalia L. Kostyleva,
Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
19nata79@mail.ru

Пузина Елена Юрьевна,
к.т.н., доцент,
кафедра электроснабжения и электротехники,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
к.т.н., доцент,
кафедра электроэнергетики транспорта,
Иркутский государственный университет
путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15,
Российская Федерация,
Lena-rus05@mail.ru

Elena Yu. Puzina,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor at the Department of Power Supply
and Electrical Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Associate Professor at the Department
of Electric Power Industry of Transport,
Irkutsk State Transport University,
15 Chernyshevsky St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Lena-rus05@mail.ru

Методика формирования библиотеки семейств с применением BIM-технологий

© С.И. Бакланов, Е.В. Зеньков, В.А. Зотов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье дается описание процесса создания библиотеки семейств с помощью BIM-технологий посредством системы Revit. Методика изложения материала включает подробное описание этапов формирования библиотеки семейств с одновременным представлением иллюстративного материала непосредственно из системы Revit. Для примера в статье представлена методика формирования библиотеки семейств для стены. Представленная методика может быть использована для формирования различных библиотек семейств, содержащих обширный реестр разных семейств для совместной работы всех разделов строительства. Практическая ценность представленного материала заключается в том, что сформированная библиотека семейств позволяет сократить сроки проектирования и повысить эффективность координации проекта. Разработанная библиотека семейств, в свою очередь, дает возможность получать актуальные версии семейств, которые содержат наиболее полную информацию, которая со временем может актуализироваться и пополняться для будущих проектов.

Ключевые слова: BIM-система, цифровая информационная модель, библиотека семейств

Methods of forming a library of families using BIM-technologies

© Sergey I. Baklanov, Evgeniy V. Zenkov, Vitaliy A. Zotov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article describes how to create a library of families using BIM technologies through the Revit system. The method of presenting the material includes a detailed description of the stages of forming a library of families with the simultaneous presentation of illustrative material directly from the Revit system. As an example the article presents the method of forming a library of families for the wall. The presented technique can be used to form various libraries of families containing an extensive register of different families for the joint work of all sections of the construction. The practical value of the presented material lies in the fact that the formed library of families allows you to reduce the design time and increase the efficiency of project coordination. The developed library of families, in turn, makes it possible to obtain up-to-date versions of families containing the most complete information, and it can eventually be updated and replenished for future projects.

Keywords: BIM system, digital information model, family library

В настоящее время наиболее эффективным подходом в подготовке строительной документации является реализация на основе BIM-проектирования [1]. В целом для этого существует целый ряд инструментариев с применением технологий информационного моделирования, реализованные в виде программно-ориентированных продуктов, используемых в той или иной сфере проектирования и строительства [2].

Autodesk Revit – это система информационного моделирования жизненного цикла объектов градостроительной деятельности (BIM-система), которая поддерживает межотраслевой процесс проектирования в среде для совместной работы. Инструменты BIM-системы позволяют организовать процесс, основанный

на использовании интеллектуальных моделей, для планирования, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и объектов инфраструктуры. В сравнении с другими САД-системами, в частности используемыми в машиностроительной отрасли, система Revit воспринимает и распознает элементы проекта не как связанные друг с другом линии, а как объемные параметрические объекты [3]. По сути информационная модель становится местом и средством не только хранения информации об объекте, но и серьезным инструментом исследовательской работы с этой информацией, а также в учебной и коммуникативной деятельности [4, 6].

Преимуществом BIM-систем компании Autodesk является то обстоятельство, что

способствуют созданию пользователями своих библиотек и их бесплатному распространению, а также обмену соответствующей информацией между разработчиками [5]. В данной работе представлена методика формирования библиотеки семейств, которая позволит получать актуализированные версии семейств участникам процесса проектирования цифровой информационной модели (ЦИМ) в BIM-системе [6].

Создание файла библиотеки семейств сопровождается выполнением последовательности команд в системе Revit: на вкладке «Файл» → «Создать» → «Проект». При создании новых проектов предлагается сделать

выбор – взять за основу какой-либо файл шаблона, для того чтобы будущий проект сразу содержал определенные элементы, параметры, виды и их настройки. При создании новой библиотеки семейств вариант «Нет». В процессе выбора команд необходимо определиться – создаем ли новый «Проект», либо же наш проект будет служить как «Шаблон проекта». Отличие в том, что последний вариант может быть использован в будущем другими пользователями, как основа своему проекту.

Блок-схема методики формирования библиотеки семейств с применением BIM-технологий приведена на рис. 1.

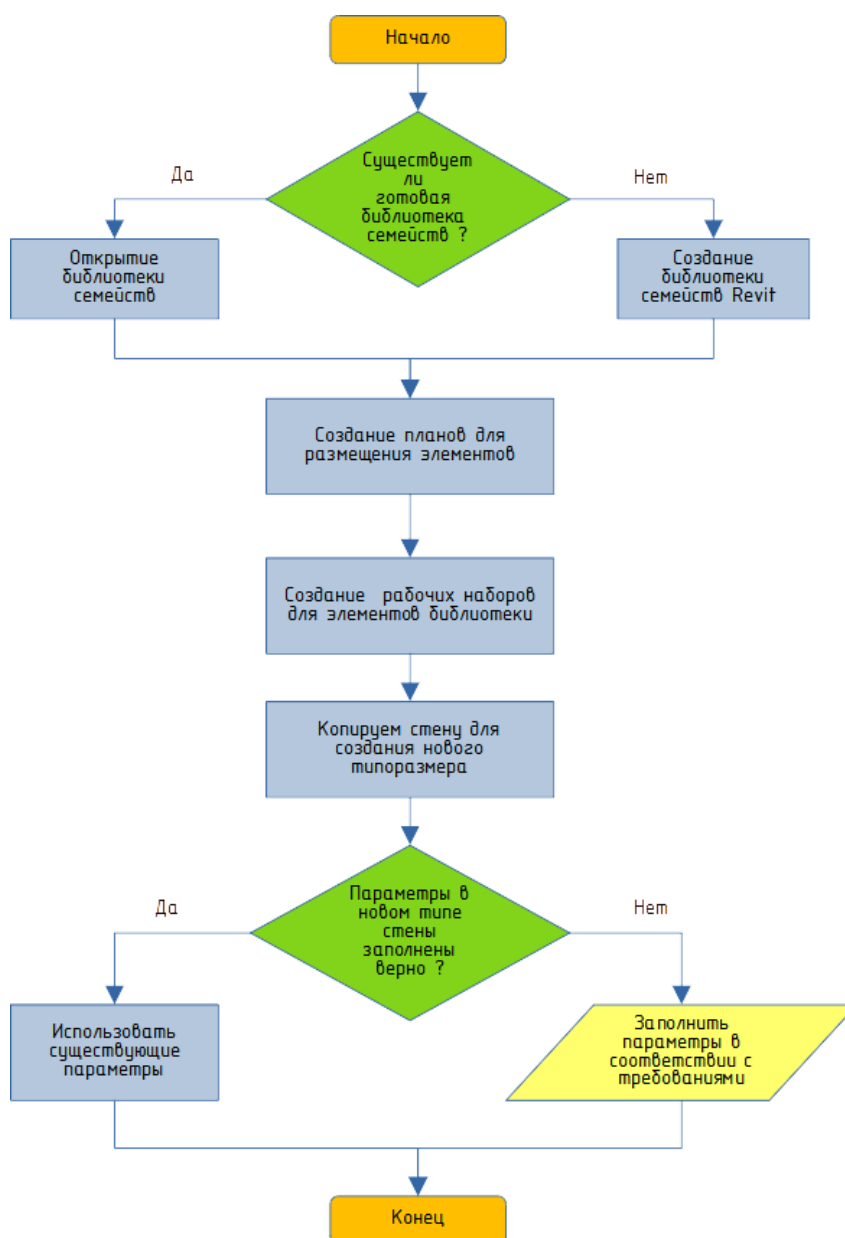


Рис. 1. Методика формирования библиотеки семейств с применением BIM-технологий

После создания проекта, для будущей совместной работы, необходимо сохранить новые проект на нужный вам сервер. Перед этим потребуется создать как минимум один рабочий набор для возможности сохранения файла на сервер. Необходимо перейти в раздел «Совместная работа», где располагаются уровни и сетки нового проекта Revit, в нужный

для нас рабочий набор. При необходимости назначаем имя рабочего набора, в который переместятся оставшиеся элементы. Покажем алгоритм создания библиотеки семейств в системе Revit на примере стен от «Knauf». Блок-схема заполнения параметров в материалах библиотеки на рис. 2.

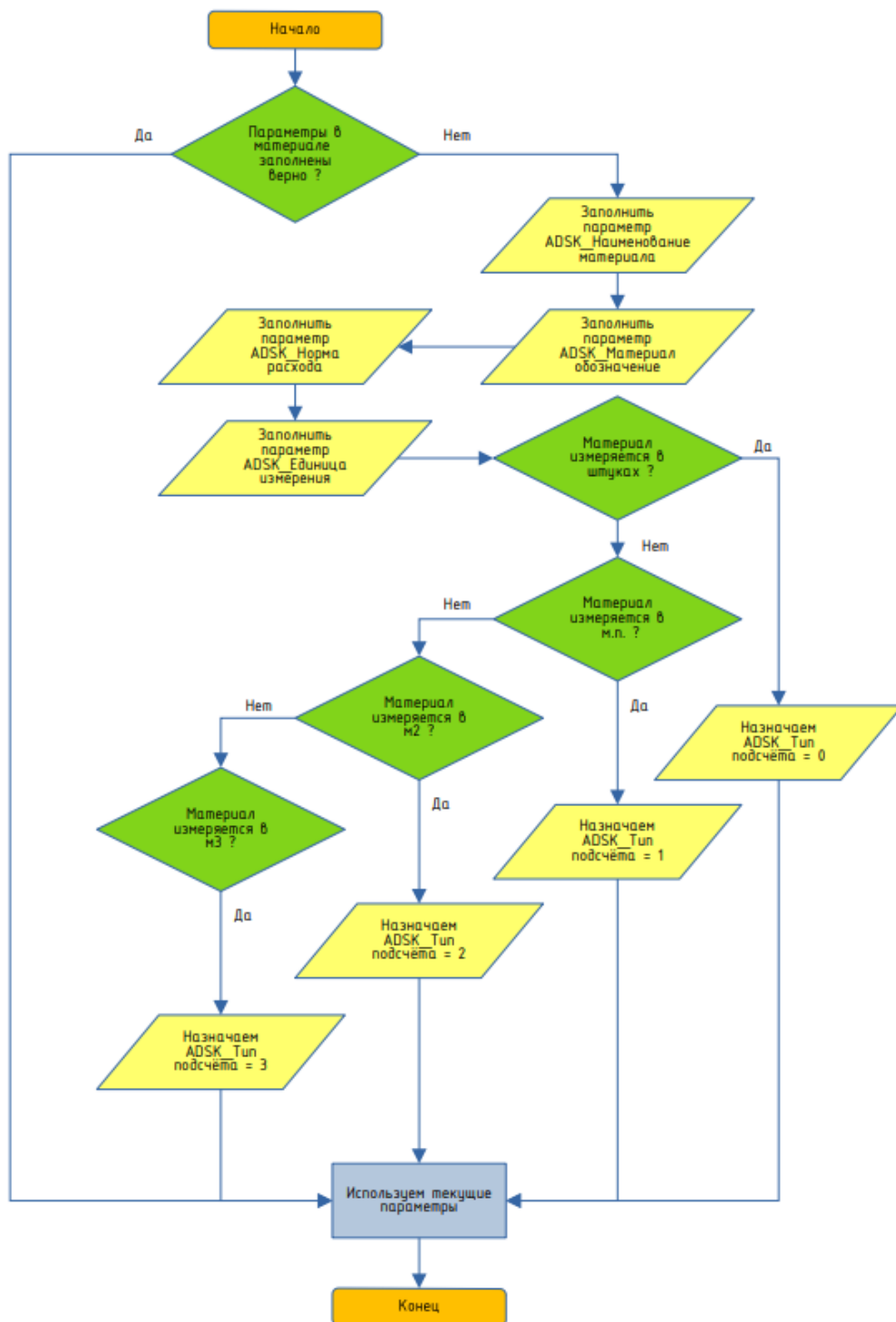


Рис. 2. Методика формирования заполнения параметров в материалах

Алгоритм, представленный на рис. 2, дает возможность получать актуальные версии семейств, которые содержат наиболее полную информацию. Кроме стен, библиотеку можно дополнять различными семействами, использующимися во всех разделах проектирования. Заполнение параметров материалов позволяет ускорить процесс работы отделов. Для более наглядного примера совместной работы с помощью библиотеки семейств в Revit создадим типы стен от «Knauf», которые

содержат подробное описание расхода материалов в стенах (рис. 2).

На вкладке «Архитектура» выбираем раздел «Стена», после чего создаем стену на плане [7]. После создания стены, выбираем данную стену и заходим в «Изменить тип». В окне «Свойства типа» дается возможность копировать/переименовывать существующие типы стен, а также задавать им свойства и изменять структуру материалов (рис. 3)

Наименование	Ед. изм.	Толщина перегородки, мм		
		75	100	125
Каркас и крепежные изделия				
Профиль направляющий ПН50/40 ПН75/40 ПН100/40	пог.м.	0,7 (1,3)	0,7 (1,3)	0,7 (1,3)
Профиль стоечный ПС50/50 ПС75/50 ПС100/50	пог.м.	2,0	2,0	2,0
Лента уплотнительная сечение 50x3,2 сечение 70x3,2 сечение 95x3,2 или сечение 15x4,8	пог.м.	1,2	1,2	1,2
		2,5		
Дюбель	шт.	1,6		
Материал изолирующий из минеральных волокон	м ²	1,0		
Обшивка				
Лист гипсоволокнистый ГВЛ 10; 12,5 мм ГОСТ Р 51829-2001	м ²	2,0		
Винт самонарезающий MN 25	шт.	29 (34)		
Заделка швов				
Шпаклевка для ГВЛ	кг	0,6 (0,9)		
Лента армирующая	пог.м.	0,75		
Лента армирующая угловая	пог.м.	по потребности заказчика		
Профиль угловой перфорированный 31/31, L=3000	пог.м.	по потребности заказчика		
Лента разделительная 50 мм	пог.м.	по потребности заказчика		
Грунтовка	л.	по потребности заказчика		
Возможна замена материала				
Вместо ленты уплотнительной используется герметик для перегородок (туба 310 мл)	шт.	0,5		
Вместо листа гипсоволокнистого ГВЛ используется: Лист гипсоволокнистый ГВЛВ 10; 12,5 мм	м ²	2,0		

Рис. 2. Пример описания содержания материала в стене ГВЛ - С361

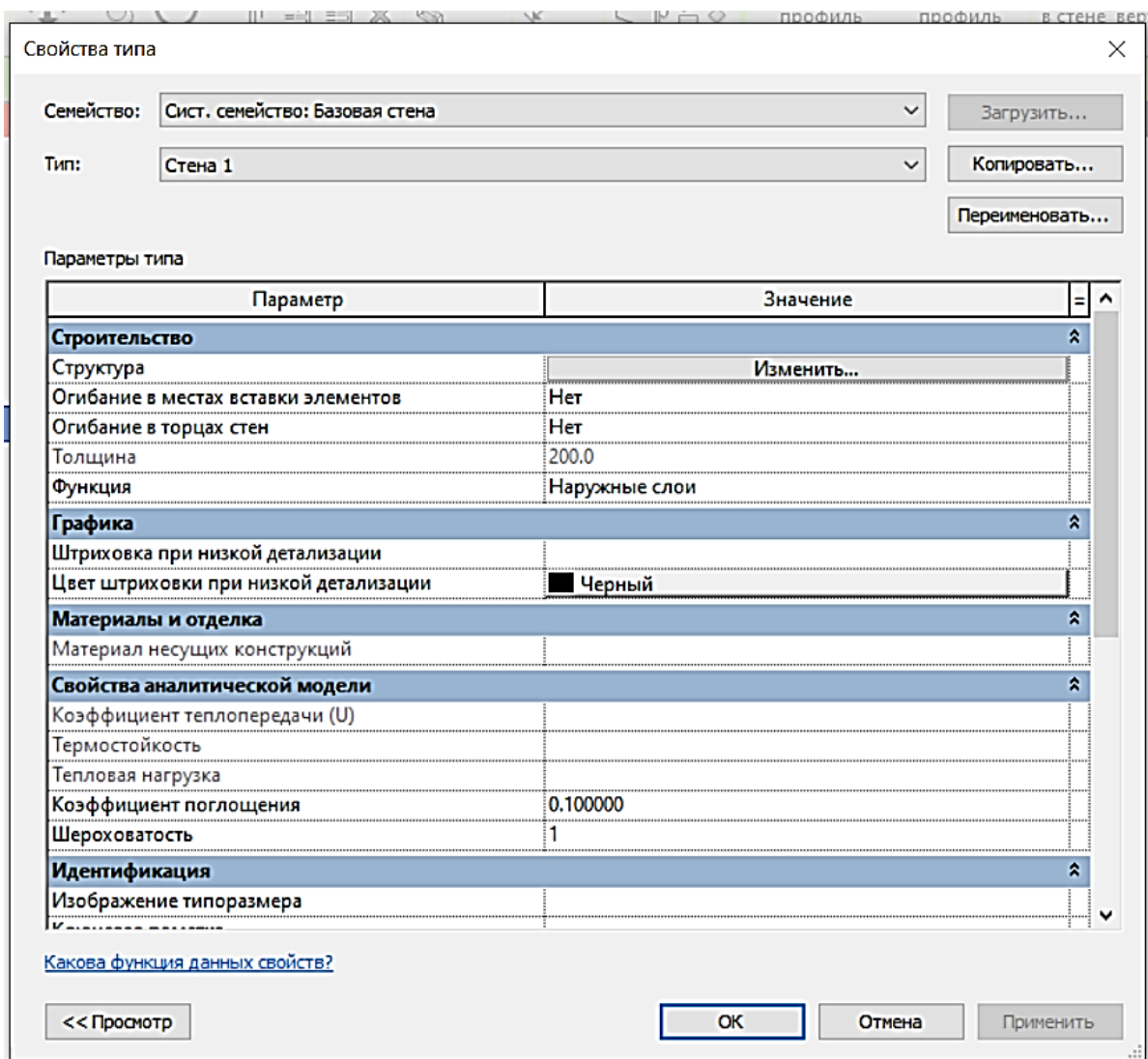


Рис. 3. Задание свойств типов стен

Копируем данный тип стен и задаем ему нужное наименование. После чего переходим в раздел «Структура» и вносим изменения. Создаем нужное количество слоев в стене, равное количеству материалов, содержащихся в стене в ней. Из-за специфики работы Revit, для будущих материалов, задаем границу сердцевины – «Изоляционная мембрана» и задаем всем будущим слоям этих материалов толщину слоя равную 0. Задаем материал каждому новому слою в столбце «Материал». Копируем любой материал, после чего задаем ему удобное имя для будущего поиска в библиотеке семейств. После чего заходим в «Пользовательские параметры», где будут вноситься все необходимые данные для совместной работы. В окне «Параметры материалов» можно наблюдать,

что в категорию материалы не добавлены нужные параметры. Для добавления нужных параметров в материалы переходим на вкладку «Управление» → раздел «Параметры проекта» → «Добавить». Добавляем «Общий параметр» из файла общих параметров, использующихся в других проектах организации. А также назначаем категории, в которых будет присутствовать данный параметр. В нашем случае выбираем категорию материалы для всех требуемых параметров. Таким образом, получаем следующий список параметров для каждого материала. Заполняем значения параметров для общего подсчета материалов у всех пользователей. Данные параметры будут помогать расчету количества материала и заполнению данных об материалах в спецификациях.

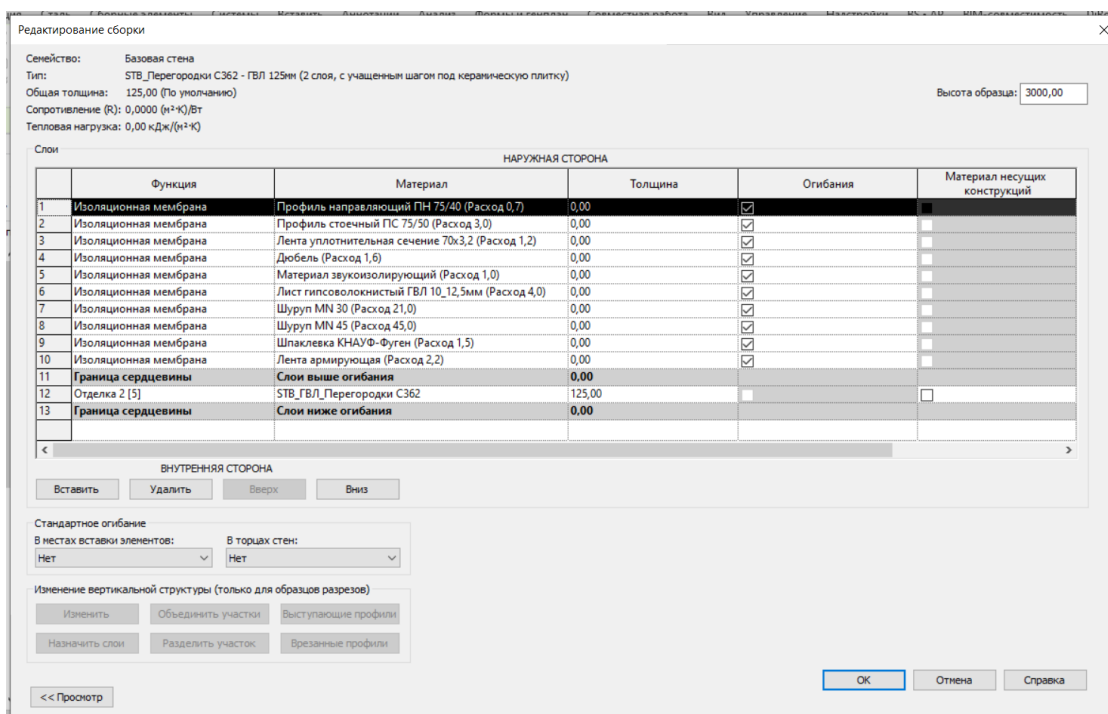


Рис. 4. Тип стены с указанием всех материалов

Параметр «ADSK_Материал тип подсчета» влияет на тип подсчета материала в спецификациях [8, 9]. При назначении значений «ADSK_Материал тип подсчета» существуют следующие типы подсчета: 0 – подсчет в шт., 1 – подсчет в м.п., 2 – подсчет в м², 3 – подсчет в м³. После создания всех материалов и заполнения их параметров получается вид всех слоев в стене (рис. 4).

После создания всех типов стены создается библиотека стен, которую можно использовать в будущих проектах. Также можно дополнительно загружать в библиотеку другие семейства, например, семейства из категории окна, двери и т. п. Таким образом, возможно собрать библиотеку семейств, содержащую обширный реестр разных семейств для совместной работы всех разделов строительства (рис. 5).

После применения стен, созданных в библиотеке семейств и использования их в проекте, можно осуществить подсчет материалов в ведомости материалов. Для этого копируем ведомость материалов в диспетчере проекта и даем ей нужное наименование, по которому сможем рационально рассортировать материалы, используемые в проекте. Необходимо включить элементы из связей, для того чтобы все материалы, заданные в стенах у

связанного файла, стали приходиться в ведомость материалов другого файла, в котором сейчас осуществляется создание ведомости (рис. 6).

После чего задаем фильтр для спецификации, по которому будем сортировать нужные для нас стены (рис. 7). Ранее для каждого уровня стен, в связанном файле другого отдела проектирования, были назначены соответствующие параметры. После подтверждения всех настроек получаем готовую ведомость материалов по всем интересующим нас стенам (рис. 8).

В заключение представленного материала следует отметить, что описанная методика формирования библиотеки семейств в системе Revit позволяет сократить сроки проектирования и повысить эффективность координации проекта. К выявленным положительным сторонам совместной работы в Revit в ходе разработки указанной методики можно отнести исключение потери информации, обмен общими данными между разными файлами и возможность просмотра актуальной версии элементов конструкций. Разработанная библиотека семейств по представленной методике дает возможность получать актуальные версии семейств, которые содержат наиболее полную информацию. Кроме стен,
























Стены	Возможная толщина	Название типоразмера
✓ 	100, 125, 150 мм	STB_Облицовка С112 – ГКЛВ
✓ 	зависит от исполнения	STB_Облицовка С611 – ГКЛ
✓ 	зависит от исполнения	STB_Облицовка С611 – ГКЛВ
✓ 	53 мм	STB_Облицовка С623 – ГКЛ
✓ 	53 мм	STB_Облицовка С623 – ГКЛВ
✓ 	88, 113 мм	STB_Облицовка С625 – ГКЛ
✓ 	88, 113 мм	STB_Облицовка С625 – ГКЛВ
✓ 	75, 105, 125 мм	STB_Облицовка С626 – ГКЛ
✓ 	75, 105, 125 мм	STB_Облицовка С626 – ГКЛВ
✓ 	53 мм	STB_Облицовка С663 – ГВЛ
✓ 	75, 105, 125 мм	STB_Облицовка С665 – ГВЛ
✓ 	75, 105, 125 мм	STB_Облицовка С666 – ГВЛ
✓ 	100 мм	STB_Облицовка С686 – Аквапанель
	min 150 мм	STB_Эдукоизоляционные перегородки С365, С365 – ГВЛ
✓ 	75, 100, 125 мм	STB_Перегородки С361 – ГВЛ
✓ 	100, 125, 150 мм	STB_Перегородки С362 – ГВЛ
✓ 	150, 175 мм	STB_Перегородки С363 – ГВЛ
✓ 	155, 205, 255 мм	STB_Перегородки С365 – ГВЛ
✓ 	320, 370 мм	STB_Перегородки С366 – ГВЛ
✓ 	177 мм	STB_Перегородки С367 – ГВЛ
✓ 	125, 150, 175 мм	STB_Перегородки С368 – ГВЛ
✓ 	125, 150, 175 мм	STB_Перегородки С369 – ГВЛ
✓ 	100, 125, 200, 250 мм	STB_Перегородки С382 – Аквапанель

Рис. 5. Реестр типов стен в библиотеке семейств

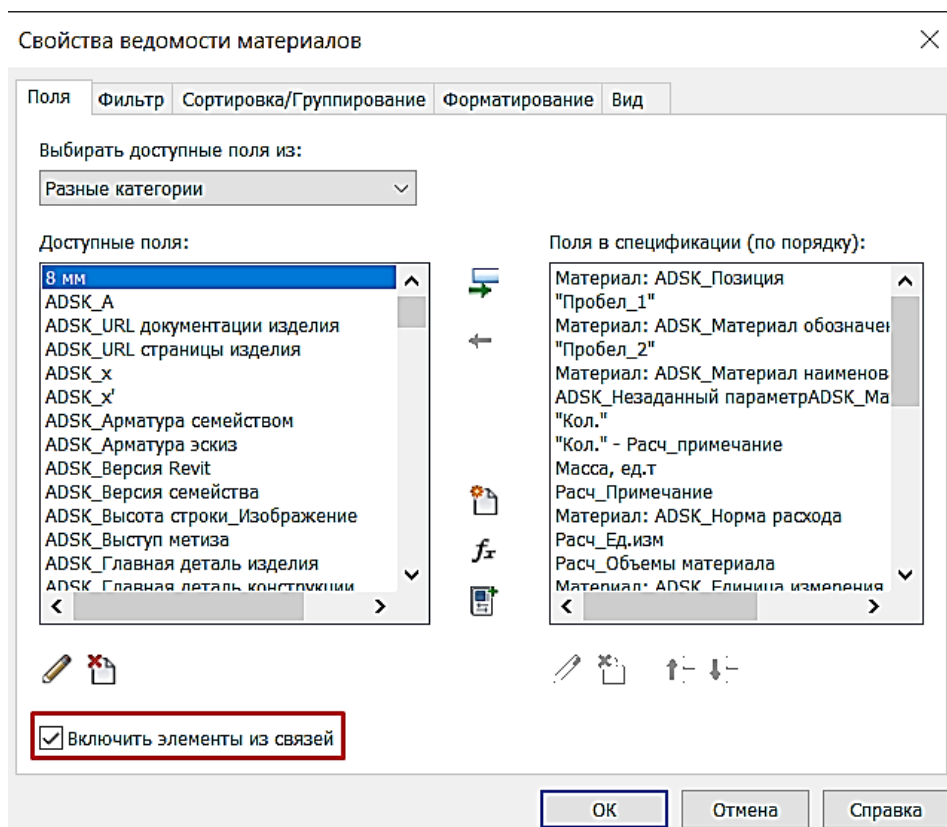


Рис. 6. Включение элементов из связей

Свойства ведомости материалов

Поля | Фильтр | Сортировка/Группирование | Форматирование | Вид

Фильтр по: больше или равно

И (1): не равно

И (2): не равно

И (3): не равно

И: равно

И: имеет значение

И:

И:

OK Отмена Справка

Рис. 7. Создание фильтра для ведомости

Ведомость материалов					
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед.м	Примечание
		<i>Материалы</i>			
	ГОСТ 31360-2007	Ячеистобетонный блок I категории, D400, B2.5, F25	29,6		м ³
		Шуруп TN 35	17319,11		шт
		Шуруп TN 25	8082,25		шт
		Шпаклевка для ГВЛ	262,24		кг
		Шпаклевка КНАУФ-Фуген	577,3		кг
		Сетка С1	25,3		м.п.
		Профиль стоечный ПС 100/50	582,76		м.п.
		Профиль стоечный ПС 75/50	1154,61		м.п.
		Профиль направляющий ПН 100/40	378,79		м.п.
		Профиль направляющий ПН 75/40	269,41		м.п.
		Материал изолирующий из минеральных волокон	291,38		м ²
		Материал звукоизолирующий Акустик Кнауф	245,45		м ²
		Материал звукоизолирующий	139,42		м ²
	ГОСТ Р 51829-2001	Лист гипсоволокнистый ГВЛ 12,5мм	582,76		м ²
		Лента уплотнительная сечение 95х3,2	349,66		м.п.
		Лента уплотнительная сечение 70х3,2	461,84		м.п.
		Лента армирующая	1065,25		м.п.
	ГОСТ 530-2012	Кирпич пустотелый М100. класс средней плотности	1,52		м ³
		Дюбель гвоздь 6х40	1082		шт
		Гипсовая строительная плита ГСП-А 12,5 мм	1539,48		м ²
		Винт MN 25	9906,91		шт
	ГОСТ 34028-2016	Øв А240	600,83		м.п.

Рис. 8. Ведомость материалов

показанных в отчете, библиотеку можно дополнять различными семействами, использующимися во всех разделах проектирования, осуществляющихся с помощью Revit. Таким

образом, библиотеки семейств позволяют собирать базы данных, которые со временем будут пополняться, и собирать обширный реестр для будущих проектов.

Список источников

1. Младзиевский Е.П. Применение BIM-технологий в проектировании // Проблемы науки, 2019. № 10 (46). С. 14–15.
2. Младзиевский Е.П. Расширение возможностей BIM-проектирования // Academy, 2020. № 1(52). С. 19–20.
3. Гулик В.Ю., Овчинников И.Г. Основы информационного моделирования для проектирования гражданских сооружений в программном комплексе Revit // Вестник евразийской науки, 2021. Т.13. № 5. С. 25–33.
4. Иванова Т.В., Малиновский М.А. К вопросу применения BIM-технологии для создания библиотеки 3D-объектов культурно-исторического наследия // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения, 2021. № 2. С. 58–65.
5. Талапов В.В. Библиотеки элементов для BIM: зачем они нужны и как могут выглядеть // САПР и графика, 2016. № 9(239). С. 34–38.
6. Шеверова А.О., Зеньков Е.В., Чжан Л., Чэнь П. Организация процедур хранения, администрирования BIM-моделей и сервисов для совместной работы над BIM-проектами // Молодежный Вестник ИрГТУ. 2022. № 4. С. 788–793.
7. Грахов В.П. [и др.] Внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов // Наука и техника. 2021. Т. 20. № 1. С. 66–74.
8. Голдберг Э. Для архитекторов: Revit Architecture 2009/2010. Самоучитель по технологии BIM. М.: ДМК Пресс, 2010. 472 с.
9. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: REVIT 2015. М.: РИОР, 2014. 664 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Бакланов Сергей Игоревич,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
n.k.92@mail.ru
satstamb@gmail.com

Зеньков Евгений Вячеславович,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры механики
и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
jovanny1@yandex.ru

Зотов Виталий Александрович,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
h.k.1999@list.ru
satstamb@gmail.com

Sergey I. Baklanov,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
satstamb@gmail.com

Evgeniy V. Zenkov,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Mechanics and Resistance of Materials Department,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
jovanny1@yandex.ru

Vitaliy A. Zotov,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
h.k.1999@list.ru
satstamb@gmail.com

Обзор мероприятий по предотвращению наледи на крышах

© Н.Л. Дорофеева, А.И. Шелехова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Особенности климата и температурный режим в зимний период времени в сибирском регионе приводят к образованию наледи на краях крыш при наступлении отрицательных температур. Образование ледяных корок и сосулек является повышенным источником опасности и приводит к большому количеству несчастных случаев. В статье рассмотрены основные причины образования льда и конструктивные решения устройства кровли, позволяющие предотвратить его образование. Проведен анализ погодных условий, влияющих на образование льда. Рассмотрены классический подход к решению проблемы борьбы с наледью, включающий в себя ручную очистку кровли от снега и попытки улучшить качество соединения водоотвода с крышей, и современные решения, которые должны учитываться на стадии технического проектирования. К современным решениям относятся: установка системы антиобледенения крыши, изготовленная на основе греющего кабеля либо изготовленная на основе пленочных обогревателей. Конструкция кровельного перекрытия не должна допускать подтаявшую воду к холодным краям и внешним водосточкам. Водосточные желоба должны устанавливаться вдоль теплой зоны поверхности крыши, а водосточные трубы, пронизывающие карниз, прижиматься к теплым стенам здания.

Ключевые слова: наледь, системы антиобледенения на основе греющего кабеля, системы антиобледенения на основе пленочных обогревателей

Overview of measures to prevent ice on roofs

© Natalia L. Dorofeeva, Anastasia I. Shelekhova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The peculiarities of the climate and the temperature regime in the winter period in the Siberian region lead to the formation of ice on the edges of the roofs during the onset of negative temperatures. The formation of ice crusts and icicles is an increased source of danger and leads to a large number of accidents. The article discusses the main reasons for the formation of ice and constructive solutions for roofing to prevent its formation. The article analyzes the weather conditions that affect the formation of ice, considers the classical approach to solving the problem of combating ice, including manual cleaning of the roof from snow and attempts to improve the quality of the connection of the drainage system with the roof, and modern solutions that should be taken into account at the stage of technical design. Modern solutions include: installation of a roof anti-icing system made on the basis of a heating cable or made on the basis of film heaters. The design of the roof covering should not allow melted water to reach cold edges and external drains. Gutters should be installed along the warm area of the roof surface, and downspouts penetrating the eaves should be pressed against the warm walls of the building.

Keywords: icing, anti-icing systems based on heating cable, anti-icing systems based on film heaters

С приходом зимнего периода времени (под зимним периодом понимается понижение температуры ниже -5°C) в большинстве сибирских городов возникает проблема с образованием наледи на краях крыш и на прилегающих к домам территориях. При наступлении отрицательных температур кровли зданий покрываются толстой ледяной коркой, снег смерзается, замерзают желоба и водосточники, появляются опасные сосульки, которые обрушиваются вниз при порывах ветра, а рядом с домами образуется гололед, улица становится повышенным источником опасности [1, 2].

Дадим основные определения терминам, которые будут употребляться в данной статье, так как русский язык многообразен, и одна и та же информация может восприниматься по-разному:

1. Наледь – слоистый массив изо льда, возникающий на плоскости земли, воды и инженерных сооружений.

2. Гололед – нарастающие атмосферные осадки в виде слоя льда, образующегося на растениях, проводах, поверхности земли в результате десублимации водяного пара на поверхностях, охлажденных до 0°C и ниже.

3. Сосульки – ледяной сталактит, который

образуется у краев нависающих предметов, на скальных выступах, береговых обрывах, проводах, ветвях деревьев.

Все эти природные явления при наших климатических условиях редкостью не являются. Основной причиной обледенения поверхностей является повышенная влажность воздуха, и обусловленная резко-континентальным климатом, резкая смена температур при переходе от дня к ночи. Днем, под воздействием солнечного света и тепла, снег начинает таять, после чего, при понижении температуры ниже 0°C , вода кристаллизуется и образуется лед [3, 4].

Основными проблемами, которые приносит ежегодное образование льда, являются несчастные случаи. Например, падающие с крыш зданий сосульки нередко причиняют вред людям, а гололед часто бывает причиной падений и получения травм. По статистике Артура Мирзояна за 2017–2018 гг. от наледи и сосуллек погибло 11 человек, среди которых двое детей; 76 человек получили травмы разной степени тяжести. Самыми травмоопасными городами стали Саратов и Санкт-Петербург [5, 6].

Основные причины образований льда

Основная причина образования льда заключается в постоянной смене температур. После выпадения осадков снег на крыше поддается воздействию тепла в диапазоне $+3^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$, которое исходит от чердачных

помещений дома и солнечного излучения, и переходит в жидкое состояние. Ночью при понижении температуры полученная жидкость кристаллизуется и образуется лед.

На рис. 1 представлен график суточного изменения температуры воздуха в Иркутске.

Также причина повышенного обледенения может заключаться в неправильном проектировании крыш. Ведь очень сложно предугадать места перехода воды через водостоки, в которых образуется наледь.

В исторической части многих городов, из-за необдуманных инженерных преобразований или перепрофилирования зданий, сложно применить классические решения. Архитектурные преобразования, которым были подвергнуты здания в период коммерциализации первых этажей в виде отдельных площадок с углами наклона, козырьков, сводов, воротников и прочих конструкций кровли – это красиво летом, когда мы смотрим фотографии готовых домов и радуемся их красоте. А вот зимой картина менее привлекательная. Лед и снег скапливаются на крыше и давят на нее, постепенно разрушая кровлю и поддерживающие ее элементы. Снежные массы, вобрав в себя влагу, становятся тяжелее, начинают оползать, при этом забивают желоба и водостоки, которые, не выдержав такой тяжести, просто обрушиваются вниз. При оттепели вода, если она не может быстро стечь на землю, затекает в щели и стыки. Затем при похолодании замерзает, взламывая поверхность стен.

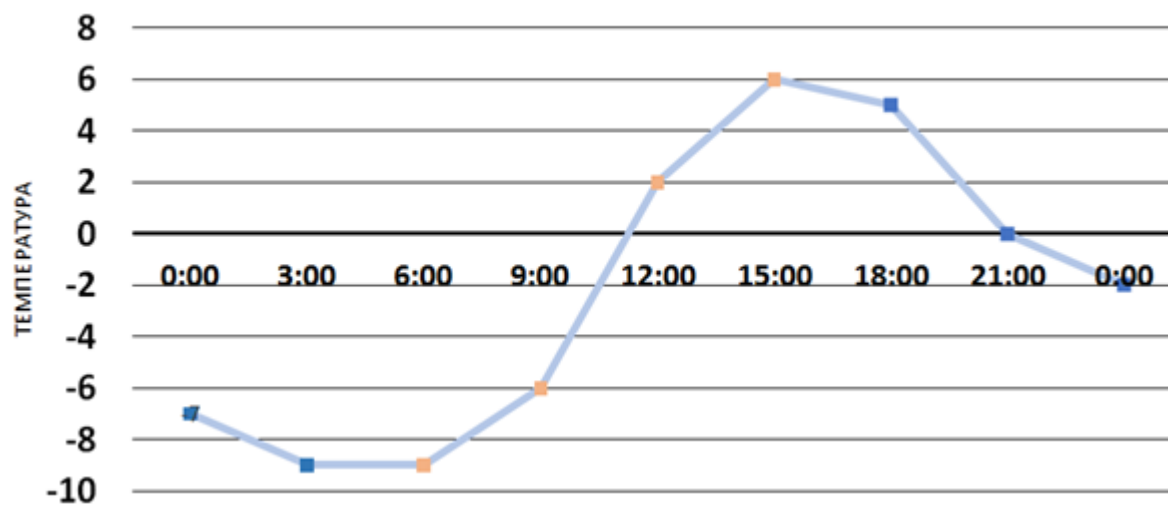


Рис. 1. График изменения температуры воздуха в Иркутске 11 марта 2022 года

Конструктивные решения позволяющие предотвратить образование льда

Для предотвращения случаев образования опасных массивов льда можно предложить мероприятия, которые:

1. Уменьшают количество снега, накапливающегося на крышах;
2. Уменьшают количества тепла, выделяемого строительным сооружением и влияющего на таяние снежного покрова и появление воды;
3. Улучшают качество водоотвода с крыш.

Но, к сожалению, данные мероприятия являются устаревшими и чаще всего себя не оправдывают. Уменьшить количество снега на крыше можно без особых проблем, но при этом для удаления замерших кусков льда используют лопаты и ломы, которые могут повредить материал покрытия крыши, и сама процедура трудоемка и небезопасна для лиц, ее выполняющих. Уменьшить количество выделяемого тепла сложно без использования подходящих конструкций и утеплителей. Основной акцент приходится на решение проблемы с правильным и качественным устройством водоотводов. Так как большинство зданий в России построены очень давно, они не удовлетворяют требованиям качества, предъявляемым к водоотводам в настоящий момент [7–9].

Как вариант можно предложить полный снос крыш на неблагоприятных с точки зрения безопасности объектах и их перестройку. Но это предполагает крупные вложения и займет много времени, так как старых крыш, не подходящих под новые нормы, слишком много. Проще учитывать подходящие конструктивные решения при проектировании кровли новых зданий.

Решение этой проблемы уже было предложено специалистами из Государственного океанографического института Росгидромета (ГОИН). Основная идея решения заключается в том, чтобы не дать растаявшей от тепла воде дойти до холодного края и не довести ее до водостока. Подобные конструкции встречаются в некоторых странах Европы. Водосточные желоба следует устанавливать вдоль теплой зоны поверхности крыши, а водосточные трубы, пронизывающие карниз, должны

быть прижаты к теплой стене здания. Трубы должны прямо уходить в систему городского водостока, чтобы исключить замерзание в них талых вод, а также образование луж и наледи на тротуарах [12].

В 2011 в Санкт-Петербурге были проведены испытания с использованием лазерной установки для удаления сосулек. Но эта идея не прижилась из-за того, что количество затраченной энергии и времени не соразмерно с результатами работы. Один из самых часто упоминаемых способов удаления наледи – тепловой. Но обычно на практике он не применяется.

Во многих Российских городах уделяют большое внимание системам антиобледенения, реализованным на основе греющего кабеля. Вариант реализации представлен на рис. 2.



Рис. 2. Система антиобледенения крыши, изготовленная на основе греющего кабеля

В последнее время стали активно внедряться новые системы антиобледенения, создаваемые на основе пленочных обогревателей. Их главным достоинством является гибкость в сочетании с достаточно высокой прочностью. Система антиобледенения, изготовленная на основе пленочных обогревателей представлена на рис. 3 [11].

Обе системы антиобледенения устанавливаются в местах возможного образования сосулек, автоматический пульт управления регулирует нагрев так, чтобы на кромке крыши не скапливался снег. Системы антиобледенения, созданные на основе греющих кабелей, являются более дорогими и энергоемкими, но начали применяться раньше, и фирма-изготовитель более разрекламирована. При этом в

ряде случаев применение кабельной системы антиобледенения, как например, в жилом комплексе по ул. Академической (генеральный застройщик ООО «ОфисСтрой»), не только не оправдало надежд, но и наоборот ухудшило ситуацию. Анализ показал, что, в первую очередь, это обусловлено тем, что устройство системы антиобледенения крыш и водостоков – сложная инженерная задача, которая должна учитывать и особенности климатической зоны, и тип крыши (теплая или холодная), и вид водосточных желобов (по кровле или же подвесные). Так же очень важна конструкция капельника и материал, из которого производятся водосточные трубы и желоба. Влияние используемых в здании материалов и конструктивных решений производителями до конца не исследованы, что и не позволило получить предполагаемых результатов [10].



Рис. 3. Система антиобледенения, изготовленная на основе пленочных обогревателей

Система антиобледенения должна работать совместно с интеллектуальным щитом управления, выбирающим алгоритм работы в зависимости от температурного диапазона, влажности, величины осадков, времени суток и ветровой нагрузки. При настройке программы управления (создании алгоритма работы) должны учитываться не только климатические зоны, но и ориентация здания по отношению к частям света, район города, нахождение поблизости водоема и планировочная застройка [13].

Проанализированные в процессе исследования научных источников решения и результаты применения систем по устранению наледи на кромке крыши и мероприятий,

препятствующих образованию гололеда на придомовой территории, показали, что в качестве наиболее эффективного комплексного решения, направленного на устранение наледи, являются системы, основанные на греющем кабеле и пленочных нагревательных элементах. На рис. 4 показан процесс испытания пленочного нагревателя в системе водостока дома.



Рис. 4. Испытание пленочного нагревателя в системе водостока дома

Исследования проведенные в 2021–2022 гг. доказали, что данные нагреватели по степени надежности не уступают кабельным системам антиобледенения. Технико-экономический анализ показал преимущество пленочных систем антиобледенения перед кабельными, так как пленочные системы дешевле кабельных, они быстрее монтируются, не требуют дополнительных крепежных элементов и при монтаже не повреждают кровельное покрытие [14].

На сегодня территории сибирских субъектов РФ даже на уровне основных городов и населенных пунктов практически не оснащены и не укомплектованы автоматизированным оборудованием, направленным на устранение наледи на кромке крыш, придомовой и общественной территории, что способствовало бы поддержанию комфортных и безопасных условий перемещения граждан [15]. Если начать поэтапное внедрение таких систем в районы с насыщенным и плотным заселением людьми, травматическая опасность и трудоемкость содержания придомовых территорий в зимний период времени уменьшится в разы.

Внедрение в проблемных местах прогревающих систем с автоматизированным оборудованием по устранению образования наледи на кромке крыш и придомовой территории подходит не только для готовых решений и существующих дворовых и общественных пространств, но, что важно, в первую очередь, для планируемых. Учет в регионах, подверженных частому образованию наледи на этапе проектирования и при разработке проектной документации мероприятий, обеспечивающих безопасность эксплуатации в зимний период времени общественных и деловых

зданий и сооружений и благоустройство придомовых территорий, включая транспортные развязки и пешеходные переходы, позволит повысить эффективность содержания придомовой территории в безопасном состоянии

В заключение отметим, что предварительный учет мероприятий по борьбе с образованием наледи и сосулек на кромках крыш и заранее учтенная необходимость внедрения комплексной системы устранения наледи на общественных пространствах, позволит реализовать организацию очень комфортных и безопасных мест пребывания людей.

Список источников

1. Недосугов Д.В. Антиобледенительная система «Теплоскат» на здании Смольного. Промышленный электрообогрев и электроотопление. 2014. № 2. С. 38–41.
2. Богуславский Л.Д., Ливенский А.С. Подогрев тротуаров, сходов и производственных площадей // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2008. № 2. С. 70–78.
3. Дружин П.В. Юрчик Е.Ю. Механизм образования наледей и сосулек на крышах домов // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2012.
4. Шакина Н.П., Хоменко И.А., Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н. Образование и прогнозирование замерзающих осадков: обзор литературы и некоторые новые результаты // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2012. № 348. С. 130–161.
5. Девяткова Г.И., Мчедlishvili А.А., Щепеткова Е.Р. Анализ показателей травматизма, связанного с управляемой причиной (гололед) на примере крупного краевого центра (город Пермь) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 11–2. С. 267–271.
6. Сосенкина И.М., Осокин Н.А., Климентова А.Ю. Экономические последствия гололедного травматизма в регионах РФ // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2019. Т. 10. № 1. С. 58–69.
7. Халина Т.М., Халин М.В., Рябкин Е.М., Марсов В.Ю., Строков М.Н., Белоусов Р. Н., Жуйков А.В. Патент РФ № 2209906 Способ предотвращения образования льда с водостоков крыш зданий. МПК E04D 13/076 (2000.01), Опубликовано: 10.08.2003. Бюл. № 22.
8. Беляев В.В. Патент РФ № 2044851 «Устройство для удаления снега и льда с карнизного свеса крыши». МПК E04D 13/076 (1995.01). Опубликовано: 27.09.1995.
9. Шелехов И.Ю., Шишелова Т.И., Житов В.Г. Резистивные плоские нагреватели и электроотопительные приборы на их основе // Современные наукоемкие технологии.– Изд-во: Академия Естествознания (Пенза), 2016. № 4–2. С. 285–289.
10. Филатова В.А., Шелехов И.Ю., Горбачева А.А. Антиобледенительные системы (системы обогрева) кровли и водостоков // В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2014. С. 139–140.
11. Шелехов И.Ю., Шелехова И.В., Иванов Н.А., Ким Б.Ч., Головных И.М. Патент на изобретение № 2463748 «Способ изготовления толстопленочного резистивного нагревателя». МПК H05B 3/00 (2006.01). Опубликовано: 10.10.2012. Бюл. № 28.
12. Салливан Ч., Петренко В. Способ и устройство для удаления льда с поверхностей. Патент на изобретение №2234781, патентообладатель: Салливан Чарльз Транзит ОФ Дармут колледж. Дата публикации заявки: 20.06.2003. Бюл. №17.
13. Дорофеев И.А., Дорофеева Н.Л. Программное управление зимним прогревом бетонных смесей // Молодежный вестник ИргТУ. 2019. Т. 9. № 3. С. 31–33.
14. Шелехов И.Ю., Дмитриев И.Н., Толстых Ю.А. Особенности использования различных типов энергии для защиты прилегающей территории зданий от наледи // Сборник публикаций научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 1 (28): г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). М: Научный журнал "Chronos", 2020. С. 21–23.
15. Маврин И.Ю., Прусов А.Ю. Малогабаритная снегоуборочная техника для привокзальных территорий // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2014. № 1. С. 54–57.

Информация об авторах / Information about the Authors

Дорофеева Наталья Леонидовна,
к.т.н., доцент,
кафедра «Механика и сопротивление материалов»,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
dorofeeva@istu.edu

Шелехова Анастасия Игоревна,
бакалавр,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
sheleh.ananas@yandex.ru

Natalia L. Dorofeeva,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor, Mechanics and Strength
of Materials Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
dorofeeva@istu.edu

Anastasia I. Shelekhova,
bachelor,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
sheleh.ananas@yandex.ru

Сравнение архитектуры детских домов семейного типа и военно-образовательных учреждений как аспекта в воспитании детей, оставшихся без попечения родителей

© Е.В. Елашкина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Проблемы развития и воспитания детей-сирот обуславливают специфические требования к тем учреждениям, в которых будут жить и развиваться воспитанники детских домов. Согласно постановлению Российской Федерации от 19 марта 2001 г. «О детском доме семейного типа», основными его задачами являются: создание благоприятных условий для воспитания, обучения, оздоровления и подготовки к самостоятельной жизни детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, в условиях семьи. Также в поиске решения проблемы сиротства в стране стоит обратить внимание на военно-образовательные учреждения, которые на протяжении всей истории своего развития показывают высокие успехи в воспитании, образовании подрастающего поколения.

Ключевые слова: детский дом семейного типа, административный центр, жилая ячейка, детская деревня, военно-образовательное учреждение, кадетский корпус

Comparison of the architecture of family-type orphanages and military educational institutions as an aspect in the upbringing of children left without parental care

© Ekaterina V. Elashkina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The problems of development and upbringing of orphans determine the specific requirements for those institutions in which children from orphanages will live and develop. According to the Decree of the Russian Federation of March 19, 2001 "On the family-type orphanage", its main tasks are: creating favorable conditions for the upbringing, education, rehabilitation and preparation for independent life of orphans and children left without parental care, in conditions families. Also, in the search for a solution to the problem of orphanhood in the country, it is worth paying attention to military educational institutions, which throughout the history of their development have shown high success in the upbringing and education of the younger generation.

Keywords: family-type orphanage, administrative center, residential cell, children's village, military educational institutions

В своей статье «Архитектура детских домов семейного типа в Западной Европе» [7] Ася Леонидовна Ильина рассматривает несколько зарубежных примеров. Они представляют собой объекты многофункционального назначения, в которых совмещаются различные социальные функции, связанные с обеспечением детей-сирот и социальных сирот необходимой поддержкой и воспитанием. Система в Европейских странах построена так, что приют является крайней мерой устройства ребенка. Социальные службы стараются сразу же найти ему патронатную или приемную семью. Поэтому жилая функция в подобных детских домах является второстепенной.

В вышеупомянутой статье на основании анализа детских домов семейного типа в четырех странах Европы (Швейцария, Великобритания, Франция, Германия) автором выделены некоторые принципы архитектурно-планировочного формирования подобных центров.

1. Функционально-планировочные: объемно-пространственная организация: блокировка ячеек (жилая комната, жилая группа, жилой дом)? функциональное зонирование: разделение на жилые и общественные зоны; «островная группировка» – свободная планировка, «островные» включения жилых комнат-спален в многофункциональное

общественное пространство.

2. Композиционные принципы: чередование закрытых и открытых пространств – взаимосвязь помещений внутри здания с объектами снаружи; «свет и тень» – взаимосвязь темных помещений (комнаты отдыха) и освещенных помещений (общие комнаты).

3. Принципы взаимодействия со средой: интеграция в окружающую среду – свободная конфигурация плана с образованием диагональных видов-углов зрения; игровое пространство как связующий элемент между объектом и внешней средой; экологическая эффективность (горизонтальное и вертикальное озеленение, экологически чистые строительные материалы).

В Соединенных Штатах Америки система призерства за сиротами схожа с европейской [2]. В США ребенок «принадлежит», в первую очередь, государству, и оно строго контролирует выполнение функций родительства. Действует система «foster care» (фостерная система), при которой ребенок помещается в опекающую семью, которая получает выплаты за содержание ребенка, заботится о его быте, но не имеет на него «родительских» прав. Социальные центры обеспечивают необходимой помощью детей, временно размещают их у себя, но не оставляют на постоянное проживание и воспитание [8].

Один из таких центров – «Lavezzorio Community Center» расположен в Чикаго и является частью Детской деревни SOS. Это небольшое сложной конфигурации здание с классами дневного ухода за детьми (аналог нашего детского сада и яслей), пространствами для обучения, медицинским кабинетом и игровой комнатой. Также в подобных зданиях проводят консультации работники социальных служб.

Планировочной структурой здание как бы разделено на общественную – просторное двусветное лобби встречает посетителя широкой лестницей, ведущей на второй этаж (также она используется как амфитеатр), и приватную зоны. Последняя имеет закрытый двор и отделена от общественной рядом технических и административных помещений.

Принципы формирования пространства: разделение на общественную и приватную зоны, связь между зонами, доступ к зонам

извне разделен, разница зон отражается в фасаде.

Использованные материалы: фасады: облицовочный кирпич, шлифованный бетон, стекло; интерьер: шлифованный бетон, наливные полы, полимерные покрытия, мягкие покрытия.

Цветовая гамма: монохромная с использованием цветовых акцентов.

Расположение: центр находится в районе малоэтажной типовой застройки. Окружен автомобильными проездами с трех сторон и железнодорожными путями с одной.

Еще одной частью Детской деревни SOS в Чикаго является проект нового 3-этажного жилого здания площадью 6000 квадратных футов (около 560 квадратных метров), расположенное на последнем юго-западном углу участка SOS Children's Villages Chicago Village в районе Оберн-Грешем. Каждый из трех этажей включает по два жилых дома с двумя спальнями и двумя ванными комнатами для матерей-одиночек и их детей. На каждом этаже большой коридор соединяет оба блока, обеспечивая при этом общее пространство, где дети и жители могут играть и общаться. Это пространство открывается на улицу через управляемые светопрозрачные панели, превращая его в серию балконов, выходящих на улицу, способствуя взаимодействию между зданием и жителями квартала. На каждом этаже есть большое отверстие, закрытое сеткой для создания подвесных игровых пространств для детей и обеспечения визуального соединения этажей. В этом проекте созданы несколько общественных пространств внутри, чтобы облегчить социальное взаимодействие между жителями, обеспечивая при этом современные планировки квартир [5].

Принципы формирования пространства: создание приватных ячеек; связь приватных ячеек с общим пространством; разделение детских и взрослых зон.

Материалы: в отделке фасада используются композитные панели, гамма монохромная с использованием ярких акцентов.

Город Таджура является старейшим городом в Джибути и одним из старейших на восточном побережье Африки. Резиденция Детских деревень SOS здесь представлена комплексом из пятнадцати домов,

спроектированных группой архитекторов из Нейроби (Urko Sanchez Architects).

На плане можно увидеть как общественное пространство города по узким улочкам перетекает в частное пространство комплекса. Сами здания решены приватными ячейками, но имеют «таящую» связь с внешней средой, как бы запуская ее внутрь. Как рассказывают архитекторы, при разработке этого комплекса они основывались на традиционных образах жилья в аналогичных культурных и климатических условиях. Внутри комплекса создается полностью безопасное пространство для детей: нет машин, множество открытых площадок для игр и большое количество растительности. Разнообразие окружающей среды здесь достигается не разностью форм и материалов, а комбинированием однотипных модулей.

Принципы формирования пространства: три уровня приватности:

I. Общественное пространство города (остаётся за внешним контуром комплекса);

II. Общее пространство для жителей (имеет «таящую» связь с общим пространством города);

III. Частное пространство жителей (ячейки для проживания детей с приемными родителями, имеет связь с общим пространством жителей).

Использованные материалы: бетон, штукатурка, краска (местные традиционные материалы). Цветовая гамма монохромная (бежевая) с яркими акцентами.

Подобную планировочную структуру, но менее насыщенную, мы можем увидеть и на греческом острове Крит. Недалеко от деревни Ираклион был построен комплекс, включающий в себя три дома, зону отдыха и офис, рассчитанные на 30 детей. Здесь также использованы однотипные модули, обращенные к общему пространству, что создает частную безопасную среду для детей.

Принцип формирования пространства: «маленький город» – ярко выражено разделение на административный центр и жилую зону; формирование общих пространств для жителей и отделение их от административных пространств «для гостей».

Материалы: бетон, кирпич, камень (местные традиционные материалы), штукатурка, краска.

Цветовая гамма монохромная с преобладанием земляной палитры (бежевый, коричневый, серый), использование ярких акцентов.

В 2016 году в Бельгии завершилась реконструкция старинного детского приюта 1901 года. Здание представляет собой «Офис социального обеспечения», центр социальных услуг в городе Галле. Сохранены внешний объем, стропила и часовня, заменена внутренняя конструкция. На разных уровнях предусмотрены офисы открытой планировки и конференц-залы. На втором этаже находится отреставрированная часовня, фойе и новый многофункциональный конференц-зал. Его конструкция, остекление и акустические стены напоминают витражи часовни. Чердак с сохранившимися стропилами превращен в архив.

Принципы формирования пространства: разделение административной и жилой функций.

В Иране женщины, не имеющие семьи, могут оказаться в крайне уязвимом положении. Центр-интернат предоставляет девочкам в возрасте от 7 до 16 лет безопасное место, где они могут жить, учиться и играть.

Принцип организации пространства: единый комплекс; закрыт от внешней «враждебной среды»; приватные ячейки и общие пространства равномерное распределены и чередуются.

Материалы: кирпич, штукатурка, краска.

Цветовая гамма монохромная (земляная палитра).

В заключение можно выделить следующие тенденции в планировочной организации жилья для сирот:

– размещение небольшими группами в условиях, приближенных к «семейным», что помогает ребенку почувствовать свою принадлежность к группе людей, а его опекунам уделить большее время каждому из детей;

– организация детских домов семейного типа недалеко от общеобразовательных учреждений, городской инфраструктуры, что позволит сиротам улучшить навыки социализации;

– «островная группировка» – свободная планировка, «островные» включения жилых комнат-спален в многофункциональное

общественное пространство [5].

Исследование мирового опыта позволило выделить три типа зданий отвечающим требованиям детских домов семейного типа [9].

1. Центры социальной помощи-административные здания.

Примерный состав помещений:

1. Комнаты социальных работников;

2. Кабинеты психологов;

3. Кабинеты врачей;

4. Кабинеты для проведения социальной работы с детьми или претендентами на роль приемных родителей;

5. Общие пространства для досуга и проведения мероприятий;

6. Комнаты для временного проживания детей (несколько дней);

7. Служебные помещения здания.

2. Жилые ячейки – малоэтажные жилые здания (в основном отдельностоящие малоэтажные дома или таунхаусы), предназначенные непосредственно для проживания патронатных семей с детьми).

Примерный состав помещений:

1. Тамбур;

2. Гардеробная;

3. Гостинная-столовая;

4. Кухня;

5. Спальня родителей с отдельным сан. узлом;

6. Спальни детей (2–5);

7. Общие семейные пространства.

3. Детские деревни – комплекс зданий: административные и жилые, имеющий собственную ограниченную для посещения территорию. Включает в себя все функции 1 и 2 типа детских домов.

«Воспитательная среда – это объективная реальность, которая субъективно воспринимается, переживается, осмысливается и оценивается, избирается и трансформируется каждым участником образовательного процесса, в силу чего выступает, и потенциальным содержанием, и потенциальным средством образования и развития личности» [1]. Образовательное пространство влияет на воспитанников опосредованно, без прямого воздействия, что помогает успешно передавать ожидания воспитателей и руководства на воспитанников [2].

Открытие первого корпуса,

предназначавшегося для воспитания молодых дворян, состоялось 17 февраля 1732 года. Кадетские корпуса предназначались для воспитания и образования детей военнослужащих и были первой ступенью в подготовке офицеров. В кадетских корпусах обучали не только военных, но и гражданских специалистов, чиновников, дипломатов, судей и т. п. [6].

Выпускники кадетских училищ поступали на государственную и военную службу хорошо образованными и воспитанными людьми: трудолюбивыми, честными, преданными Отечеству. Среди их принципов особенно ценилось «кадетство»: чувство товарищества и братства, стремление помогать товарищам, охранять младших, выдержка и способность терпеть лишения, неустранимость, благородство.

Воспитательный процесс в кадетском училище выстраивается так, что приходя из обычной школы в 5-й класс, через пару месяцев кадет становится совершенно другим. Он более подтянут, собран, организован и дисциплинирован. Семь лет обучения в кадетском училище дают хорошее образование, открывающее возможность поступить в военные и гражданские вузы по их выбору. Этому способствует предпрофильная и профильная подготовка в училище [4].

Президентское кадетское училище является инновацией среди прочих образовательных организаций:

– училища – федеральные государственные казенные общеобразовательные учреждения;

– недвижимое имущество и земельные участки, находящиеся в федеральной собственности, закрепляются за президентскими кадетскими училищами на праве оперативного управления и постоянного пользования;

– главная цель – подготовка кадетов к государственной службе.

Начать обучение в президентском кадетском корпусе можно сразу после начальной школы. Воспитание осуществляется профессионально подготовленным коллективом офицеров-воспитателей, прошедших школу жизненного и военного опыта. Принципами современной концепции воспитательной работы президентских кадетских училищ являются следующие:

- личностный подход;
- анализ когнитивных, психологических и возрастных особенностей каждого кадета с учетом естественности процесса саморазвития формирующейся личности;
- социальная адекватность;
- обеспечение социальной поддержки и формирование готовности обучаемых к социальной самозащите;
- сотворчество;
- совместный поиск эффективных методов и форм деятельности, осуществляемый преподавателями и кадетами;
- культуросообразность;
- формирование личности выпускников с опорой на лучшие примеры мировой и русской воинской культуры;
- успешность;
- помощь воспитанникам в выработке веры в собственные силы;
- спиралеобразный характер обучения;
- структурирование материала образовательной и воспитательной программы в соответствии с психолого-возрастными особенностями кадетов и последовательность преподавания каждого выделенного блока;
- ценностный принцип – определение ценностных отношений в качестве основы воспитательного процесса;
- целостность;
- необходимость учета всех вышеизложенных принципов.

Особое внимание уделяется внеклассной работе, которая проводится по следующим направлениям:

- гражданско-патриотическое воспитание (например, изготовление тематических стенгазет, концертная самодеятельность ко Дню Победы, участие в смотрах и парадах, встречи с ветеранами, оборонно-массовая работа, организация фестивалей инсценированной военной песни);
- духовно-нравственное воспитание (участие в тематических классных часах, играх, беседах);
- здоровьесберегающее воспитание (участие во внутренних, региональных и всероссийских спортивных чемпионатах и первенствах);
- культуротворческое и эстетическое воспитание (участие в экскурсиях в Ботанические

сады, театры, кадетских балах и театральных постановках, посещение выставочных центров, акций и мастер-классов);

- безопасность и правовое воспитание (участие в научных конференциях о праве, развитие прикладных навыков применения правовых знаний в житейской практике);

- экологическое воспитание (реализация тематических диспутов, классных часов-дискуссий, единых классных часов, например, к Международному дню Земли).

Благодаря тому, что быт в кадетских училищах основывается на самоорганизации, дети учатся ответственности за себя и своих товарищей. Несмотря на плотный режим и строгую дисциплину, молодые люди учатся самостоятельности, т. к. на них перекладывается часть ответственности за организацию себя, а для командующих отделением, дневальных и дежурных еще и за организацию своих товарищей.

Рассматривая историю архитектуры военных училищ, можно заметить тенденцию. В начале становления института общего среднего военного образования для осуществления учебной деятельности выделялись дворцы (в благотворительных целях от их владельцев или же изъятые за долги в государственное пользование). К таким заведениям можно причислить Московское суворовское училище (дворец Меншикова) и Санкт-Петербургское военное училище (дворец Воронцова) и т. д. [6]. Таким образом сформировался определенный стереотип в формировании архитектурного пространства, который продолжается и в новейших постройках.

Основные принципы формирования пространства: коридорная планировка: помещения располагаются вдоль коридоров или галерей, само здание приобретает вытянутую форму, вытянутая форма здания позволяет формировать внутренние дворы (на них разбиваются плац и необходимые спортивные площадки), формирование внутренних дворов создает закрытую структуру, позволяя организовать приватное пространство, что повышает уровень контроля на территории училищ, регулярная планировка увеличивает степень организации пространства, а следовательно, и степень организации учебного процесса [10].

Исходя из описанного выше мы видим, что главным различием между детским домом семейного типа и военно-образовательным учреждением является степень свободы планировочного решения. Если степень свободы в детских домах семейного типа относительно организованности и линейности стремится к единице, то в военно-образовательных учреждениях степень свободы ниже.

Жизнь по уставу находит прямое отражение в архитектуре. Ходить строем по живописной извилистой тропинке неудобно. Но это все не значит, что учащиеся военных учреждений ограничены в своей свободе и учатся

исключительно выполнять приказы, лишаясь свободы действий и мысли. Если воспринимать творчество как способность искать пути решения сложных задач среди множества ограничений, то творческий потенциал архитектуры военных училищ достаточно велик. Внутри каждой организованной ячейки образуется широкое поле для творческого развития человека, стимулирующее его врожденные качества. Внешний закрытый контур позволяет минимизировать вредоносное влияние и сконцентрировать внимание учащихся на достижении целей.

Список источников

1. Ходякова Н.В. Ситуационно-средовой подход к проектированию личностно развивающихся образовательных систем. Волгоград: Изд-во Волгогр. гос. соц.-пед. ун-та, 2013. 193 с.
2. Бахвалов А.А. Еще раз об истории и особенностях управления кадетскими корпусами в России // Образование. 2001. № 3.
3. Старкова Д.В. Особенности формирования личности воспитанника детского дома // Психология, социология и педагогика. 2013. № 12.
4. Голощапова Е.В. Духовно-нравственное воспитание в кадетских корпусах в России во второй половине XIX – начале XX вв.: на примере Симбирского кадетского корпуса. Ульяновск, 2007. 244 с.
5. Евдокимов К.В. К вопросу о совершенствовании системы военного образования в России // Инновации в образовании. 2004. № 4.
6. Штинова Г.Н., Галагузова М.А., Галагузова Ю.Н. Социальная педагогика. М.: Владос, 2008. С. 5–19.
7. Ильина А.Л. Архитектура детских домов семейного типа в Западной Европе // Архитектон: Известия вузов. 2018. № 61.
8. Бессчетнова О.О. «Фостерная семья как способ устройства детей, оставшихся без попечения родителей, в Соединенных Штатах Америки» // Вестник ТГПУ. 2009. Вып. 5 (83).
9. Склярова Т.В. Проблемы церковного попечения о детях-сиротах: Дети, оставшиеся без попечения родителей, — история и современное состояние // Круглый стол по религиозному образованию и диаконии. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rondtb.msk.ru/info/ru/orphans_ru.htm (29.05.2022).
10. Склярова Т.В. История призрения детей в России // Православное воспитание в контексте социализации. М.: Наука, 2006. 152 с.

Информация об авторе / Information about the Author

Елашкина Екатерина Валерьевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
svetik_nazarova_dib16@mail.ru

Ekaterina V. Elashkina,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
svetik_nazarova_dib16@mail.ru

Управление жизненным циклом объекта культурного наследия

© А.Т. Иванченко^{1,2}, Т.В. Добышева¹

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация,

²ООО «Байкальская Строительная Корпорация», г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Управление на стадии эксплуатации объекта культурного наследия является важным инструментом по увеличению его жизненного цикла. Однако на территории городов Российской Федерации зачастую такие здания имеют критическое состояние. Основным средством решения данной проблемы является построение системы управления. В данной статье анализируются цели и методы управления зданиями-памятниками архитектуры. Указывается разделение на сферы управления жизненным циклом объекта недвижимости, с точки зрения зарубежной практики. Приводятся значения понятий «физический износ» и «моральный износ» объекта недвижимости и описываются мероприятия, которые способны устранить данные последствия. К ним относятся – текущий и капитальный ремонты, модернизация, реконструкция и реставрация. Также в рамках данной статьи сформулированы основные направления совершенствования управления на стадии эксплуатации объекта недвижимости.

Ключевые слова: объект культурного наследия, управление, жизненный цикл, эксплуатация, реконструкция

Life cycle management of a cultural heritage object

© Anastasia T. Ivanchenko^{1,2}, Tatyana V. Dobysheva¹

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation,

²ООО "Baikal Construction Corporation", Irkutsk, Russian Federation,

Abstract. Management at the stage of operation of a cultural heritage object is an important tool for increasing the life cycle of a building. However, in the cities of the Russian Federation, cultural heritage objects often are often in a critical condition. The main means of solving this problem is to build a management system. For this reason, the article analyzes the goals and methods of managing buildings-architectural monuments. It indicates the division into spheres of management of the life cycle of a real estate object, from the point of view of foreign practice. The article reveals the meanings of the concepts of "physical deterioration" and "moral deterioration" of a real estate object and describes the measures that can eliminate these consequences. Such activities include current and major repairs, modernization, reconstruction and restoration. The article also formulates the main directions of improving management at the stage of operation of a real estate object.

Keywords: cultural heritage object, management, life cycle, operation, reconstruction

В настоящее время в городах Российской Федерации значительная часть зданий, относящихся к объектам культурного наследия в районах исторической застройки, имеет высокий уровень физического и морального износа, а показатели элементов не удовлетворяют современным требованиям [1]. Проблема сохранения таких объектов очень актуальна, так как, например, только в городе Иркутске, согласно перечню выявленных зданий культурного наследия (01.04.2022), расположенных на территории Иркутской области, насчитывается 434 [2]. Поскольку объекты культурного наследия являются общественной ценностью, состоящей из исторических, эстетических и научных факторов, следовательно, преобразование облика городов

России невозможно без проведения реконструкции, реставрации и модернизации городской застройки. Реконструкция (модернизация) является одной из стадий жизненного цикла объекта недвижимости. С точки зрения физического жизненный цикл объекта недвижимости складывается из следующих стадий:

- предпроектная;
- проектная;
- строительство;
- эксплуатация (текущий и капитальный ремонты);
- реконструкция (модернизация);
- ликвидация.

Каждая стадия жизненного цикла объекта делится на отдельные этапы, которые имеют различные методы управления. Необходимо

подчеркнуть, что эти методы на каждой стадии жизненного цикла связаны с реализацией целей и задач владения недвижимостью и управленческих решений, которые непосредственно влияют на формирование стоимости всего объекта и дохода в условиях неопределенности и рисков, связанных с недостаточностью информации, вероятностным характером рыночной экономики [3].

В зарубежной практике существует разделение на сферы управления жизненным циклом объекта недвижимости. Первая – Facility Management (управление инфраструктурой). Она предполагает управление службами и структурами, которые обеспечивают непрерывную работу объекта. Сюда входит инжиниринг, уборка и обслуживание территории, техническая эксплуатация. Следующая сфера управления объектом недвижимости – Property Management (управление собственностью), которая подразумевает управление стоимостью объекта и повышение ее доходности.

Сфера Building Management (управление зданием) включает в себя управление проектом на стадии проектирования и строительства объекта. И последняя сфера Asset Management (управление активами) должна обеспечивать соотношение доходности объекта с рисками портфеля [4]. В практике управления жизненным циклом недвижимости в России существует лишь одно направление – управление эксплуатацией, которое включает в себя сферы управления (Facility Management, Property Management, Asset Management), с точки зрения зарубежного опыта. И относительно недавно появился спрос на управление проектами. Для определения методов управления объектом недвижимости важно понимать, что из себя представляет «управление объектом недвижимости».

Управление объектом недвижимости – это осуществление определенных видов управленческой деятельности, направленных на функционирование и развитие объекта с целью удовлетворения потребностей субъектов управления [5]. Под субъектом управления понимается собственник, владеющий объектом недвижимости, или управляющая компания, привлеченная собственником. Объектом управления выступают факторы, которые

характеризуют объекты недвижимости, с точки зрения возможности приносить и увеличивать доход.

Однако под управлением объектом культурного наследия подразумевают деятельность, направленная в первую очередь на сохранение и использование памятника архитектуры. Важно отметить, что в рамках данной статьи под объектом культурного наследия подразумевается памятник в форме произведения архитектуры, которое имеет выдающуюся универсальную ценность с точки зрения истории, искусства или науки и передается последующим поколениям как общественное достояние [6]. Для увеличения жизненного цикла объекта культурного наследия необходимо применение методов управления на стадии эксплуатации. В процессе эксплуатации объекты подвергаются физическому и моральному износу. Физический износ – это утрата (частичная или полная) эксплуатационных свойств здания из-за климатического воздействия и деятельности человека. Частичный физический износ можно устранить текущими или капитальными ремонтами объекта недвижимости, в то время как устранение полного физического износа подразумевает его реконструкцию или ликвидацию [7]. Под моральным износом понимается обесценивание объекта недвижимости в виду несоответствия существующим на момент оценки нормативным объемно-планировочным, конструктивным, санитарно-гигиеническим и другим требованиям. Моральный износ наступает, как правило, раньше физического [8]. Уменьшить моральный износ объекта культурного наследия можно путем изменения функционального значения здания, а также проведением модернизации или реконструкции.

Текущий ремонт – это строительные работы, которые производятся в систематическом виде с целью сохранения удовлетворительного состояния объекта недвижимости. Текущий ремонт, производимый регулярно, обеспечит надежную эксплуатацию объекта недвижимости и не допустит возникновения неисправностей отдельных конструкций и технических ресурсов. Текущий ремонт разделяется на два вида: плановый профилактический ремонт, аварийный ремонт из-за

случайного отказа конструкции или системы оборудования.

Капитальный ремонт – это строительные работы, направленные на восстановление, обновление или замену несущих конструкций в соответствии с действующими нормами. При проведении в срок капитального ремонта будет обеспечена дальнейшая эксплуатация объекта недвижимости, исключена возможность возникновения аварийных ситуаций и последующее разрушение здания. При капитальном ремонте объекта технические показатели остаются в неизменном виде: строительный объем, площадь, количество этажей [9].

Модернизация – это строительные работы, выполняемые для обновления сооружения в виду морального износа с целью улучшения качества элементов объекта недвижимости. Важно отметить, что модернизацию проводят в том случае, если конструкции, инженерные сети, теплотехнические и акустические характеристики и в целом безопасность здания не соответствуют установленным функциональным, технологическим, архитектурным, градостроительным нормам и правилам.

Реконструкция – это строительные работы, предполагающие замену несущих конструкций здания, а также переустройство объекта недвижимости, с целью изменения конфигурации, назначения и внешнего вида здания.

Для восстановления и возврата утраченного первоначального внешнего вида объекта культурного наследия применяется реставрация. Реставрация – это научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях выявления и сохранения эстетической и исторической ценности объекта культурного наследия.

Ремонты (текущий и капитальный), модернизация, реконструкция и реставрация образуют в совокупности понятие «переустройство» здания. И несмотря на то, что все эти работы отличаются по составу, масштабу и затратам, главным их сходством является улучшение эксплуатационных качеств объектов недвижимости за счет уменьшения или устранения физического и морального износа.

Для эффективного управления объектом

недвижимости на стадии эксплуатации с целью продлить жизненный цикл важно применять ряд мер, связанных с функционированием и развитием объекта. Под целями функционирования объекта недвижимости предполагают:

- максимизация доходов субъекта управления, так как стадия эксплуатации является единственной стадией жизненного цикла, на которой возможно получить прибыль;
- соответствие инженерных систем технических нормам и правилам;
- обеспечение требованиям противопожарной безопасности и охраны объекта недвижимости;
- поддержание объекта в эксплуатационном состоянии.

Цели развития объекта включают в себя также: максимизацию доходов собственника; управление изменениями размеров и назначений помещений; повышение потребительской привлекательности объекта [3]. Для достижения данных целей необходимо использовать следующие методы управления [10]:

- формирование, сбор и хранение всей информации об объекте, в которую должны войти проектно-сметная, рабочая, исполнительная документация; данные по ремонтам, эксплуатации. Важно обеспечить доступ к этой информации в рамках единой системы;
- создание визуализации средств пожарной защиты и эвакуации;
- мониторинг состояния объекта с помощью средств контроля;
- моделирование технологических процессов эксплуатации и ремонта, аварийных ситуаций (например, пожар) и разработка мероприятий по их устранению;
- подготовка технических решений по ремонтам, модернизации и реконструкции объекта недвижимости;
- контроль за рациональным и оптимальным использованием энергоресурсов.

Так как ценность памятника архитектуры может быть связана не только с получением дохода, она может иметь нематериальный характер, ввиду некоторых исторических и культурных событий, следовательно, управление объектом культурного наследия включает в себя несколько другие методы [11]:

- сбор информации об объекте наследия,

ее систематизация;

- привлечение инвестиций;
- оценка значимости объекта наследия (создание формулировки выдающихся универсальных ценностей, которая включает – ценности, признаки, подлинность, целостность, местные особенности, историю);

- оценка условий архитектуры и экологии, археологии и геологии, в которых находится объект наследия;

- выявление проблемы уязвимости объекта культурного наследия, с учетом ущерба воздействия окружающей среды и воздействия от использования объекта людьми;

- планирование деятельности и управления, а именно определения основных принципов сохранения объекта, перечень приемлемых форм использования, мероприятия по поддержанию состояния объекта. Сюда же можно отнести определение видов реконструкционных и реставрационных работ, контроль качества выполнения этих работ.

Для усовершенствования управления на стадии эксплуатации и реконструкции как просто объектом недвижимости, так и объектом культурного наследия необходимо применить следующие мероприятия:

- разработка инновационных методов диагностики состояния конструкций с применением современных высокочувствительных приборов и средств автоматизации процессов

обследования;

- использование эффективных методов расчета на основе технологий информационного моделирования;

- применение современных конструктивно-технологических решений с использованием традиционных (кирпич, металл, железобетон и дерево) и новых (полимербетоны, стеклопластики) строительных материалов;

- разработка и внедрение новых методов усиления и восстановления конструкций, утратившие эксплуатационные свойства;

- совершенствование и создание средств механизации для выполнения работ в стесненных условиях.

Внедрение данных мероприятий позволит увеличить эффективность управления объектом, так как улучшится результат работы специалистов, которые проводят обследования, и возрастет надежность принимаемых технических решений [12].

В заключение можно отметить, что при грамотном управлении объектом культурного наследия будет обеспечено его функционирование и развитие. К тому же применение управленческих стратегий на стадиях эксплуатации и реконструкции значительно повлияет на увеличение стоимости объекта, а также будет достигнута главная цель – сохранение и использование здания-памятника архитектуры.

Список источников

1. Кустикова Ю.О., Матушкина А.С. Приемы реконструкции сохраняемого жилого фонда // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 10 (109). С. 1090–1097.
2. Дмитриев Д.В. Перечень выявленных объектов культурного наследия, расположенных на территории Иркутской области // Служба по охране объектов культурного наследия Иркутской области. [Электронный ресурс]. URL: https://irkobl.ru/sites/oknio/nerecen/List_VOKN_01.04.2022.pdf (27.04.2022).
3. Лескина Н.А., Гоштынар А.С., Бижанов С.А. Жизненный цикл объектов строительства и управление недвижимостью // Международный научный журнал «Символ науки». 2016. № 1. С. 132–135.
4. Гайдайчук О.С. Управление объектами недвижимости на различных стадиях жизненного цикла // Современные проблемы экономического развития предприятий, отраслей, комплексов, территорий: материалы Международной научно-практической конференции (г. Хабаровск, 25 апреля 2016 г.). Хабаровск: Изд-во: Тихоокеанский государственный университет, 2016. С. 41–44.
5. Шундулиди А.И., Малюгин А.Н. Экономическое управление недвижимостью // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 6. С.110–112.
6. Федеральный Закон от 25. 06. 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (30.04.2022).
7. Дурицына Д.М., Кравчук Е.В. Реновация. Физический и моральный износ // Новые идеи нового века. 2019. № 3. С. 254–257.
8. Юрьев А.В. Моральный износ зданий // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2017. № 1–2. С. 106–108.
9. Кадочкина А.С., Учинина Т.В. Понятие капитального и текущего ремонта в практике управления жилой недвижимостью // Актуальные вопросы современной экономики. 2019. № 3–1. С. 648–651.
10. Гуринов А.И. Управление жизненным циклом здания на основе информационного моделирования и

задачи подготовки кадров // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5 (52). С. 264–272.

11. Сергеев А.Д. Управление объектами Всемирного культурного наследия // ЮНЕСКО. [Электронный ресурс]. URL: <http://icomos.org.ru/images/docs/upravlenie>

_objektami_vsemirnogo_kulturnogo_nasledija-1.pdf (01.05.2022).

12. Петренко Л.К., Побегайлов О.А., Петренко С.Е. Организация работ и управление реконструкцией // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. № 3. С. 1–4.

Информация об авторах / Information about the Authors

Иванченко Анастасия Тимофеевна,
студент,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
инженер производственно-технического отдела,
ООО «Байкальская Строительная Корпорация»,
664047, г. Иркутск, ул. 4-я Советская, 60,
Российская Федерация,
asyaivanchenko@inbox.ru

Anastasia T. Ivanchenko,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
Engineer of Production and Technical Department,
ООО “Baikal Construction Corporation”,
60 4th Sovetskaya St., 664047 Irkutsk,
Russian Federation,
asyaivanchenko@inbox.ru

Добышева Татьяна Васильевна,
к.э.н., доцент,
доцент кафедры экспертизы
и управления недвижимостью,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
dobishevatv@mail.ru

Tatiana V. Dobysheva,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Expertise
and Real Estate Management Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
dobishevatv@mail.ru

Перспектива как средство восприятия мира и аппарат профессиональной деятельности

© Е.А. Романова, И.И. Кострубова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Статья написана по итогам доклада на студенческой конференции «Графическая компетентность – ступень к профессиональному успеху», проходившей в мае 2021 года на кафедре инженерной и компьютерной графики ИРНИТУ. Изложена история развития перспективы и роль геометров и живописцев, заложивших основы теории перспективы, рассмотрено многообразие ее видов и законы построения. Детально – аппарат построения перспективы. Статья знакомит с технологией производства композиции Томмазо Мазаччо, который один из первых применил в своих работах законы перспективы и архитектурные принципы Брунеллески. Отмечена заслуга этого архитектора, практически первого в истории, кто обосновал построение центральной перспективы. Открытие Брунеллески заключалось еще и в том, что он пересек оптическую пирамиду плоскостью изображения и получил точную проекцию предмета. Рисунки, которые иллюстрируют изложенные в статье материалы, помогают восприятию достаточно сложной темы.

Ключевые слова: перспектива, метод центрального проецирования, точка зрения, линейная перспектива, виды перспективы, трехмерное пространство

Perspective as a means of perceiving the world and the apparatus of professional activity

© Ekaterina A. Romanova, Irina I. Kostrubova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article was written based on the results of the report at the student conference «Graphic Competence Is a Stepping Stone to Professional Success», which was held in May 2021 at the Department of Engineering and Computer Graphics of IRNITU. The article describes the history of the development of perspective and the role of geometers and painters, who laid the foundations of the theory of perspective, considers the diversity of its types and the laws of construction. The apparatus of perspective construction is considered in detail. The article introduces the technology of composition production of Tommaso Masaccio, who was one of the first to apply in his works the laws of perspective and architectural principles of Brunelleschi. Brunelleschi's discovery was that he crossed the optical pyramid with the image plane and obtained an accurate projection of the object on the plane. Drawings illustrate the materials presented in the article and help to perceive a rather complex topic.

Keywords: perspective, central projection method, viewpoint, linear perspective, perspective views, three-dimensional space

В рамках данной статьи будет рассмотрено такое понятие как перспектива [1]. Перспектива, как техника изображения, появилась в эпоху Ренессанса, поскольку именно в это время достигло расцвета реалистическое направление в изобразительном искусстве. Следовательно, перспектива – это способ изображения фигур, основанный на применении метода центрального проецирования.

Первые попытки «остановить мгновенье» – это наскальные рисунки, которые насчитывают уже 64 тысячи лет. Именно эти «графюры» дают нам представление о повседневной жизни пещерного человека.

Искусство египтян, финикийцев и греков смогло передать трехмерность мира только через скульптуру. Поэтому художники византийского, средневекового и готического периодов начали искать другие способы представления жизни и реальности.

Первыми, кто попытался передать ощущение пространства, движения и глубины, считаются итальянцы Джотто ди Бондоне (1267–1337), флорентийский художник, величайший живописец и архитектор периода Предвозрождения [2] и Дуччо ди Буонинсеня (1260–1318), который был самым влиятельным художником Сиены (Италия) своего времени [3].

Оба решали задачу воспроизведения реалистичности трехмерного пространства больше опираясь на интуицию, чем на научный метод. В своих работах эти художники стали пионерами в развитии техники построения ранней перспективы через применение светотени, но они все еще были далеки от достижения эффекта той, которую мы знаем сегодня.

Первым художником, картины которого построены по всем правилам перспективы, был Томмазо Мазаччо [4]. «Мазаччо – один из самых независимых и последовательных гениев в истории европейской живописи, основатель нового реализма...», как сказал известный историк искусства Виппер [5]. Фундаментом для главного открытия Мазаччо послужили изученные им законы перспективы. Их изучением также занимался друг художника – архитектор Филиппо Брунеллески.

Одним из самых главных произведений, повлиявших на развитие европейской живописи, считается фреска «Троица», размером 667х317 см, написанная в церкви Санта-Мария-Новелла во Флоренции. В 1425 году она

была перенесена на холст.

В этом произведении с особой последовательностью воплощены законы перспективы и архитектурные принципы Брунеллески. Технология производства композиции была проста: Мазаччо вбил гвоздь в нижней части фрески, от которой натянул нити и прочертил по ним поверхность сланцевым карандашом (его следы просматриваются и сегодня). Таким образом была выстроена линейная перспектива (рис. 1).

Еще одна интересная работа той эпохи, которая приписывается кисти Мазаччо – «Рождество». Год создания неизвестен. Работа представляет собой круглое блюдо или поднос диаметром 56 сантиметра (рис. 2). «Рождество» – сложная многофигурная композиция, включающая в себя архитектурные детали, виртуозно выстроенные по принципам перспективы: фигуры людей идеально вписаны в пространство помещения с колоннами и открытой зоной, где стоит постель роженицы.

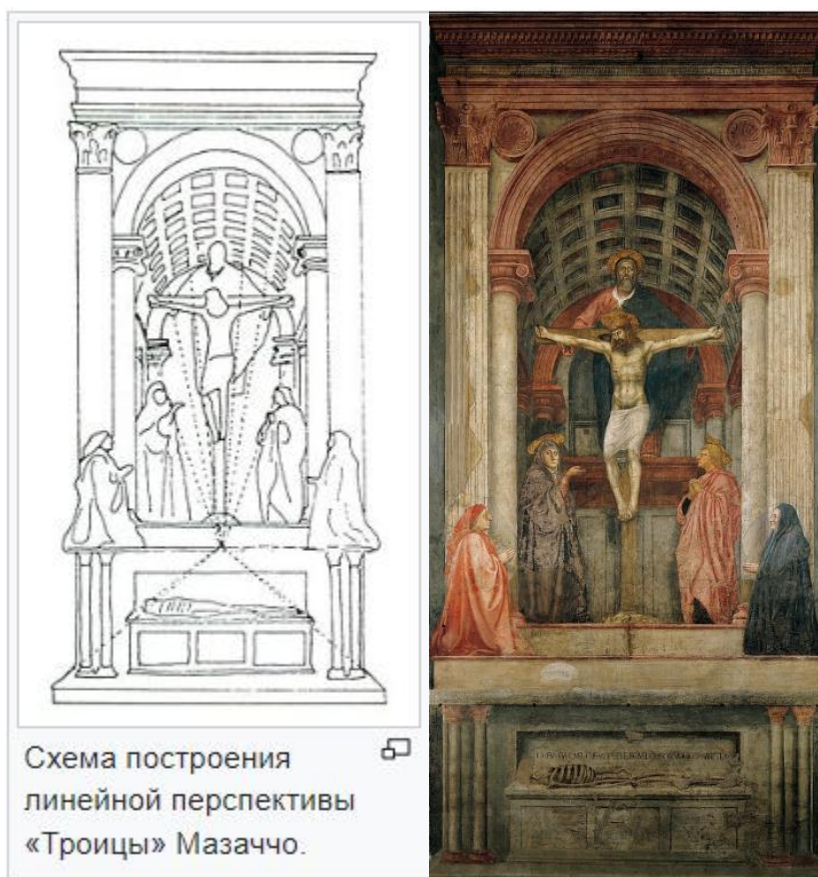


Схема построения линейной перспективы «Троицы» Мазаччо.

Рис. 1. Мазаччо «Троица» церкви Санта Мария Новелла



Рис. 2. Мазаччо. «Рождество». Лицевая часть Берлинского тондо

Зачем же художникам понадобилась перспектива? Дело в том, что она дает возможность наглядно изобразить взаимное расположение форм, представить их натуральный объем, выявить глубину пространства, и оказаться зрителю как бы внутри самой картины. Брунеллески считал, что задача живописи, воспроизводящей действительность состоит в том, чтобы передавать трехмерные предметы на плоскости. При помощи фокуса с зеркалом и картиной Брунеллески показывал, что параллельные линии как будто сходятся в одной точке, исчезающей вдали. Сформулированные им принципы линейной перспективы изменили искусство, а заодно повлияли на изучение оптики, на зодческие приемы и даже на применение евклидовой геометрии [5].

Преемником Брунеллески, который продолжил развивать его теорию линейной перспективы, стал живописец, зодчий, инженер и литератор Леон Баттиста Альберти (1404–1472), написавший трактат «О живописи», где подробно разбирались принципы живописи и перспективы. В этой работе получили дальнейшее развитие рассуждения Брунеллески о перспективе: так, Альберти предлагал прибегать к геометрии, чтобы вычислить, как именно должны проходить по плоскости картины линии перспективы, идущие от изображенных на дальнем плане предметов. Еще он советовал художникам вешать полупрозрачный занавес между собой и предметами, которые они рисуют, а затем отмечать те места на

ткани, куда проецируется каждый предмет.

Ярким примером изображения перспективы интерьера является работа Леонардо Да Винчи «Тайная вечеря» (рис. 3) [6]. Если мы внимательно посмотрим на углы комнаты, то сможем заметить, что все они исчезают вдали, и при этом пересекаются в одной точке, центре композиции – на лице Иисуса Христа.

Леонардо да Винчи дал определение линейной перспективе как науке об изменении размеров предметов по мере удаления от глаза наблюдателя. По средствам художественной выразительности он выделял три вида перспективы: линейная, воздушная (цветовая), перспектива четкости границ объектов и теней. Последняя – это кажущееся глазу уменьшение контрастности очертаний предметов и теней. Воздушная – кажущееся взгляду изменение цвета предметов под влиянием воздушной среды по мере удаления от наблюдателя.

Итак, мы знаем, что такое перспектива. Мы знаем эпоху ее зарождения и имена тех, кто считается ее прародителями. Но каким законам она подчиняется и каким образом она строится? Пока мы видели, что все построенное – это прямая зависимость геометрии и восприятия художником изображаемого им пространства. Отметим, что начертательная геометрия является одной из основных дисциплин в профессиональной подготовке архитектора.

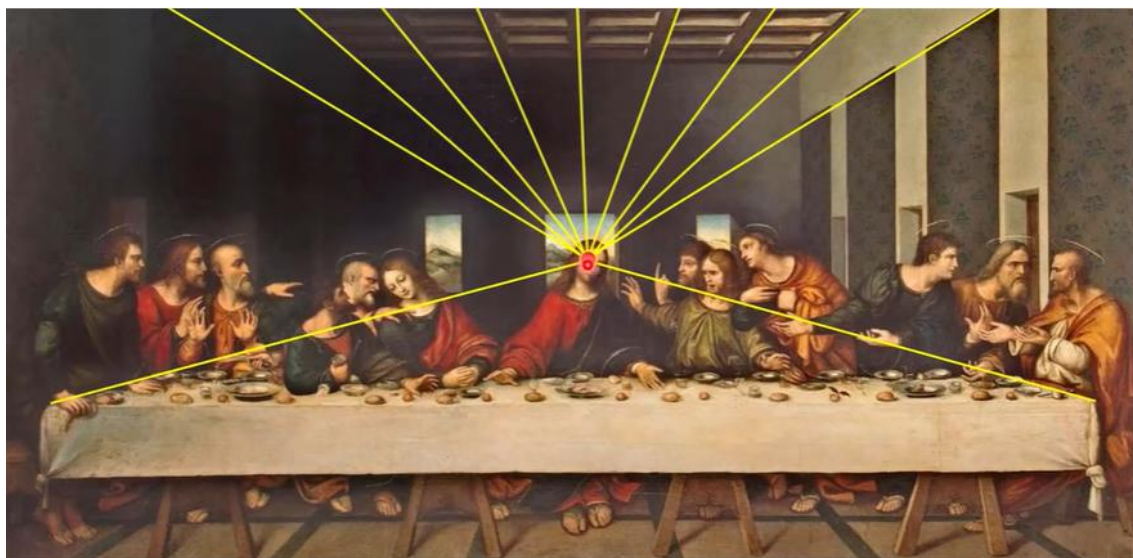


Рис. 3. Леонардо Да Винчи. «Тайная вечеря»

Для профессионала начертательная геометрия – это в том числе основа работы с комплектами рабочих чертежей (планы, фасады, разрезы), а для большинства – картина окружающего мира (перспективные сокращения, искажения форм в пространстве). Примером, иллюстрирующим это, может служить сам зритель, стоящий на некой плоскости, уровне земли, а также картинная плоскость. Если зритель нам понятен, то откуда берется картинная плоскость? Представьте себе съемку фотоаппарата – щелчок – и 3d-объекты запечатлеются на матрице, то есть на некоторой плоскости. Происходит понижение размерности (из объема в плоскость). Все мы знаем, что фотоаппарат – устройство аналогичное человеческому глазу. Матрица – наш глаз, а сетчатка – картинная плоскость.

Картинная плоскость пересекается с нашим уровнем земли или предметной плоскостью, таким образом O_1 – линия основания картины.

Теперь обозначим глаза зрителя – S , это точка зрения, тогда s – ее горизонтальная проекция, находящаяся на уровне земли. Из точки S мы можем провести множество линий к картинной плоскости (т. е. смотреть глазами в разные стороны). Однако, если мы проведем единственно существующий здесь перпендикуляр, то получим точки P и p – главная точка картины и ее горизонтальная проекция, а SP – главный луч. Что это нам дает? Линию горизонта. Из школьного курса мы знаем, что

линия горизонта – это горизонтальная линия, проходящая на уровне глаз, что мы собственно и получили. А если мы проведем плоскость, параллельную уровню земли и содержащую нашу линию горизонта, то получим H – плоскость горизонта.

Отсюда мы уже можем заметить, что глаза зрителя могут располагаться на разной высоте по отношению к уровню земли, значит Pp или Ss – высота горизонта. Она может быть низкой, средней, высокой и высотой «птичьего полета» (рис. 4) [7].

Теперь вспомним, что наши картины имели некую точку схода. Что это? Это фокусные точки. Вообще их число может быть от 1 до множества. Расстояние от главной точки картины до фокусной – фокусное расстояние. Фокусные расстояния формируют масштаб и поле зрения человека.

Если точки находятся близко друг к другу, вы видите больше пространства, а предметы выглядят узкими, угловатыми, вытянутыми вверх. Если же они расположены далеко, то это придает перспективе более натуральный вид. Широкоугольный же взгляд искажает нашу картинную плоскость, заставляя ее как бы повторять цилиндрическую поверхность.

Таким образом, в начертательной геометрии существует четкое правило построения – угол обзора зрителя должен составлять 30-40 градусов. Предельными считаются углы 25 и 50 градусов.

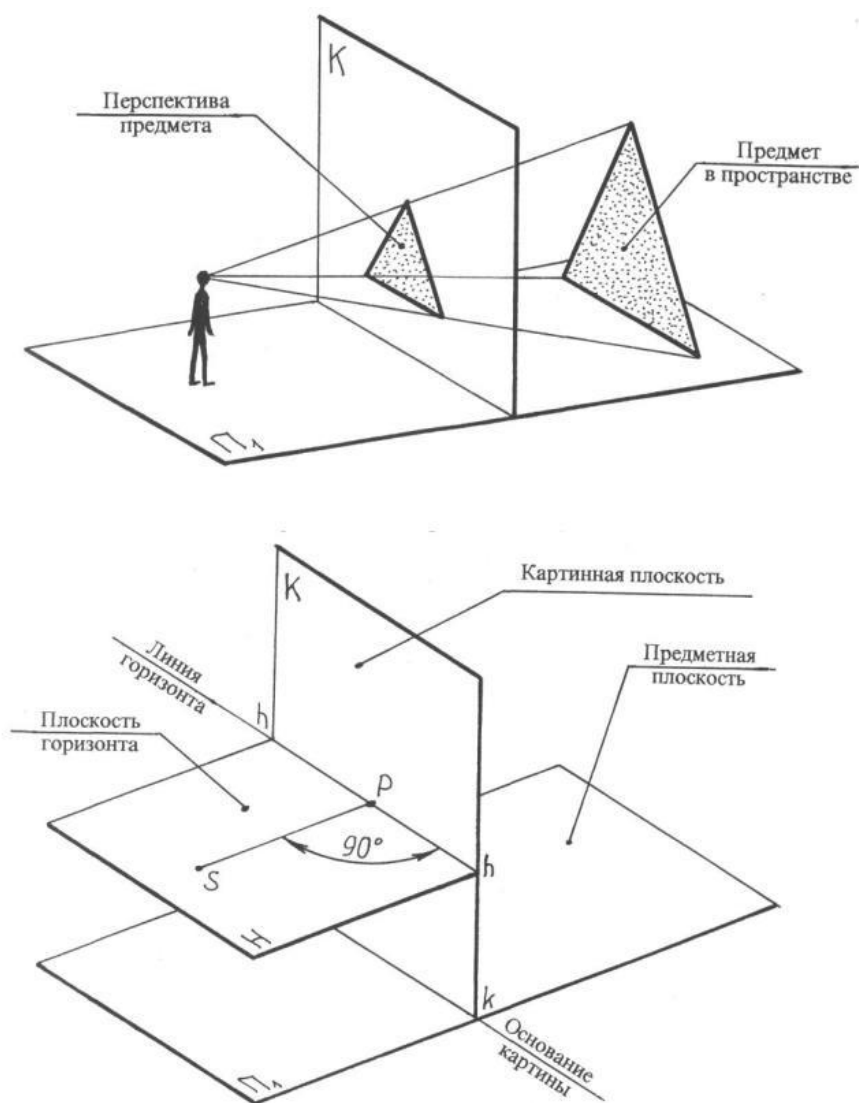


Рис. 4. Аппарат перспективного построения

Сейчас мы наглядно разобрали построение линейной перспективы той, которая существует в наших глазах. Но, как было указано выше, это не единственно существующий вид перспективы.

Например, прямая линейная перспектива. Это такой вид перспективы, который рассчитан на неподвижные точки зрения (рис. 5). Наиболее знакомая для нас картина: удаляющиеся вдаль рельсы, дорога или улицы ночного города. Такой вид перспективы долго признавался как единственное верное отражение мира в картинной плоскости.

Обратная линейная перспектива (рис. 6) – вид перспективы, применяемый в византийской и древнерусской живописи, при которой изображенные предметы представляются увеличивающимися по мере удаления от

зрителя, поэтому картина имеет несколько горизонтов и точек зрения. Надо сказать, что иконописцы сознательно использовали обратную перспективу, потому что иконы, по словам Дионисия Ареопагита: «Видимые изображения тайных и сверхъестественных зрелищ» [7]. Средневековые художники уделяли особое внимание символам и поэтому акцентировали в образах то, что казалось им наиболее важным [7].

Другим видом перспективы является панорамная перспектива (рис. 7). Это способ отображения объема на плоскости при помощи синусоидальных кривых. Слово «панорама» означает «все вижу», в буквальном переводе это перспективное изображение на картине всего того, что зритель видит вокруг себя. Это двухмерная перспектива (рис. 8).



Рис. 5. Прямая линейная перспектива

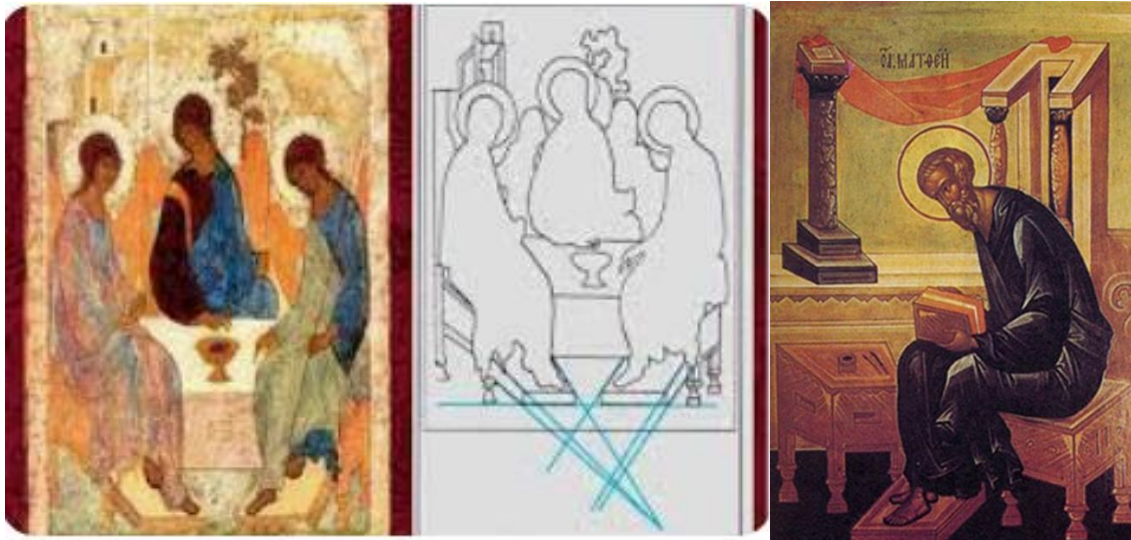


Рис. 6. Обратная линейная перспектива. Иконопись



Рис. 7. Панорамный снимок, г. Иркутск, 130 квартал



Рис. 8. Панорамный снимок, г. Иркутск

Изображения, построенные в перспективе на горизонтальной плоскости потолка, называют плафонной перспективой (рис. 9). Плафонная перспектива – особый вид перспективы, которую используют художники, украшая потолки. Они учитывают то, что люди смотрят на них снизу вверх. С помощью линейной перспективы художники создают глубину пространства.

Примером является купол (плафон) Исаакиевского собора, площадью 816 квадратных метров, который был расписан знаменитым художником Карлом Брюлловым. Эскиз Богоматери в окружении святых, который относится к серии «Страсти Христовы», был закончен живописцем в 1848 году [8].

Эллиптическая перспектива (рис. 10) – трехмерное изображение объема на плоскости. Этот способ рисования показывает изменения по всем трем мерам пространства: ширине, глубине и высоте. Изобразительная плоскость разделяет видимый мир пополам и способна изобразить 179,999... градусов окружающего нас пространства. Основой этой криволинейной перспективы является эллипс. При эллиптической перспективе точка зрения зафиксирована. Это позволяет поместить реального зрителя среди придуманных персонажей максимально точно и естественно. Подобный вид перспективы применяется в игровой индустрии и в графической криптографии.



Рис. 9. Карл Брюллов. Плафон купола храма Исаакиевского собора, г. Санкт-Петербург

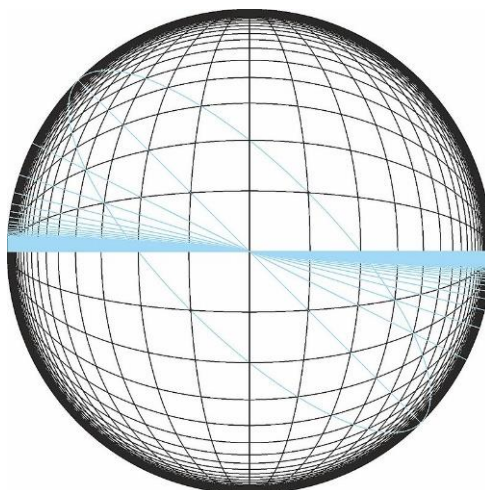


Рис. 10. Эллиптическая перспектива

Наиболее совершенным способом изображения трехмерного пространства является сферическая перспектива (рис. 11). Это способ отображения всего окружающего мира на бесконечной плоскости. С геометрической точки зрения это проекция пространства на точку, которая находится в центре сферы. Фиксация точки зрения в этом случае является абсолютной.

Изображение (рис. 11 слева) построено по принципу «рыбий глаз». При таком изображении точка зрения находится как бы в центре шара, а все объекты и предметы, наблюдаемые зрителем, распределяются по поверхности этого шара или сферы. Подобное изображение выглядит как отражение в новогоднем елочном шаре: линия горизонта и основная вертикальная линия – прямые, а остальные направляющие – дугообразные. Чем дальше

от точки зрения расположена направляющая, тем сильнее она изогнута. Сферическая перспектива (рис. 11 справа) нередко встречается в живописи сюрреалистов и символистов, частично в традиционной живописи (изображения аллегорических сфер, хрустальных или металлических шаров, выпуклых зеркал), в современной иллюстрации и фотографии. Использование сферической перспективы в построении изображения добавляет картине космической масштабности [9].

АксонOMETрическая проекция (аксонометрия) (рис. 12) – наглядное изображение геометрического образа совместно с его осями координат, получаемое параллельным проецированием на картинную плоскость чертежа [10].



Рис. 11. Сферическая перспектива



Рис. 12. Аксонометрическая проекция

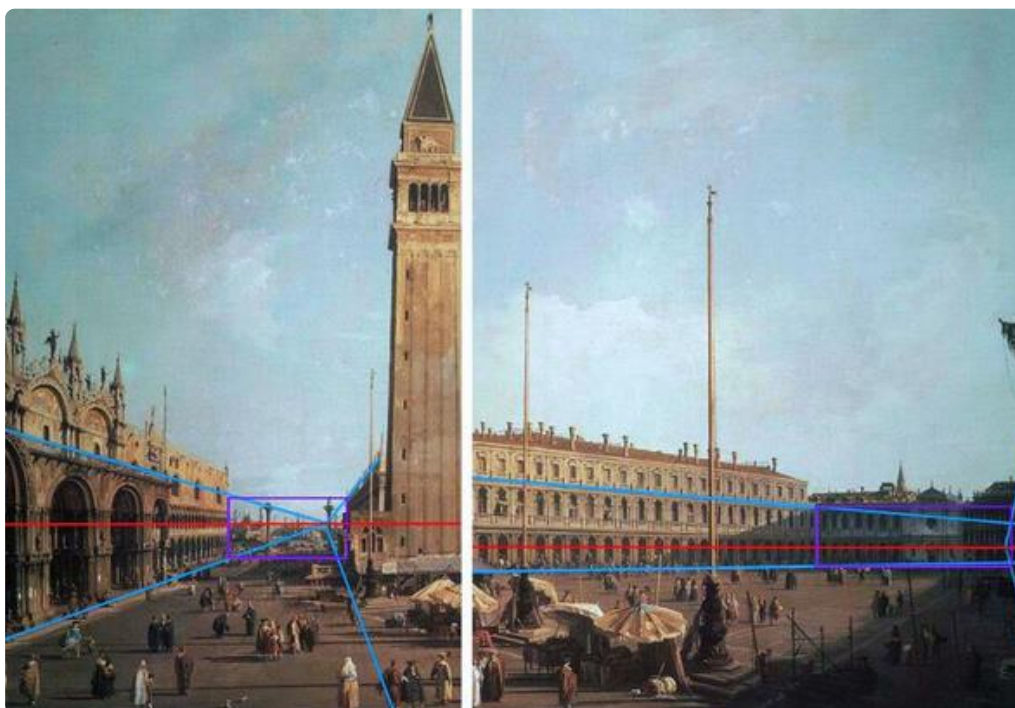


Рис. 13. Каналетто. «Площадь Сан-Марко» (1731 г.)

Академик Б.В. Раушенбах изучал как человек воспринимает глубину в связи с бинокулярностью зрения, подвижностью точки зрения и постоянством формы предмета в подсознании (рис. 13). Он пришел к выводу, что ближний план воспринимается в обратной перспективе, неглубокий дальний – в аксонометрической, дальний план – в прямой линейной перспективе. Эта общая перспектива, соединившая обратную, аксонометрическую и прямую линейную, называется перцептивной [11].

Архитектура неразрывно связана с человеком, окружает его всю жизнь. Человеку свойственно стремление к красоте. Естественное желание сделать жизнь красивой

получило яркое отражение в том, что всего ближе человеку, что его постоянно окружает, облегчает и организует его жизнь, т. е. в первую очередь в произведениях архитектуры и живописи. Начертательная геометрия, как никакая другая дисциплина, может помочь будущим архитекторам и строителям в поиске идей, конструктивных решений и грамотного выражения своих задумок, а также лучше понимать окружающий нас мир. «Овладесть пространством – таково первое побуждение всего живого» [13]. «Все вокруг – геометрия. Дух геометрического и математического порядка станет властителем архитектурных судеб» (Ле Корбюзье) [14].

Список источников

1. Коров Ю.И. Начертательная геометрия. М.: КноРус, 2015. 422 с.
2. Гарднер Джулиан. Искусство и архитектура в Италии, 1250–1400. М.: Искусство, 1987.
3. Назарова О.А. «Маэста» Дуччо ди Буонинсенья в контексте итальянской алтарной живописи // Новая Европа. Международное обозрение культуры и религии. 2008. № 20.
4. Лазарев В.Н. Мазаччо // Начало раннего Возрождения в итальянском искусстве. М.: Искусство, 1979.
5. Виппер Б.Р. Введение в историческое изучение искусства. М.: В. Шевчук, 2015. 368 с.
6. Айзексон Уолтер. Леонардо да Винчи. М.: АСТ, 2018.
7. Баткин Л.М. Леонардо да Винчи и особенности ренессансного творческого мышления. М.: Искусство, 1990. 415 с.
8. Лакс А.И. Исаакиевский собор. Санкт Петербург: ФГБУК, Государственный русский музей, 2018, 120 с.
9. Толмачева Н.Ю. Исаакиевский собор. К истории создания. СПб.: Palace Editions, 2018. 120 с.
10. Буйнов А.Н. Первоначальные сведения о перспективе. М.: Профиздат, 2012. 80 с.
11. Климухин А.Г. Начертательная геометрия. М.: Стройиздат, 2007. 333 с.
12. Крюков А.И. Перспектива. Виды перспективы: где и как их применять. 2013. [Электронный ресурс]. URL: [https://jotto8.ru/blog/perspektiva-vidy-perspektivy-gde-i-kak-ih-primenjat\(10.02.2023\)](https://jotto8.ru/blog/perspektiva-vidy-perspektivy-gde-i-kak-ih-primenjat(10.02.2023)).
13. Ле Корбюзье Модуль MOD 1. MOD 2. М.: Стройиздат, 1976. 240 с.
14. Ле Корбюзье Архитектура XX века. М.: Прогресс, 1977. 307 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Романова Екатерина Александровна,
студент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
fduecn.10@mail.ru

Ekaterina A. Romanova,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
alchichkan@mail.ru

Кострубова Ирина Ивановна,
к.т.н., доцент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
iriko139@yandex.ru

Irina I. Kostrubova,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
iriko139@yandex.ru

Совершенствование технологии восстановления конструкций нулевого цикла деревянных зданий старой застройки в сельских районах Иркутского региона

© А.В. Петров, А.С. Чесноков, В.Ю. Вологжин, Б.Г. Кошкин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен анализ видов ремонтно-восстановительных работ нулевого цикла, выполненных над деревянными зданиями старой застройки в сельских районах Иркутского региона. Целью анализа является дальнейшая разработка наиболее эффективных методов восстановления фундаментов и цокольной зоны стен. Для достижения цели были проведены обследования конструкций фундаментов и цокольной зоны стен деревянных зданий старой застройки, преимущественно гражданского назначения. Определены основные факторы негативного воздействия на конструкции нулевого цикла и цокольной зоны стен. Производственная апробация предложенных технических решений позволит рекомендовать полученный опыт для более широкого использования при восстановлении аварийных конструкций деревянных зданий.

Ключевые слова: Иркутский район, нулевой цикл работ, морозная деструкция, цокольная зона стен, ремонтно-восстановительные работы, старая застройка, деревянные здания, фундаменты, ремонтно-защитные мероприятия

Improving the technology for the restoration of zero-cycle structures of wooden buildings of old housing in rural areas of the Irkutsk region

© Aleksandr V. Petrov, Arkadii S. Chesnokov, Valentin Yu. Vologzhin, Boris G. Koshkin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article analyzes the types of zero-cycle repair and restoration work performed on old wooden buildings in rural areas of the Irkutsk region in order to further develop the most effective methods for restoring foundation structures and the basement zone of walls. Surveys were carried out, the objects of which are the structures of foundations and the basement zone of the walls of wooden buildings of old buildings, mainly for civil purposes. The main factors of negative impact on the structures of the zero cycle and the basement zone of the walls are determined. The production approbation of the proposed technical solutions will make it possible to offer the experience gained for wider use in the restoration of emergency structures of wooden buildings.

Keywords: Irkutsk region, zero cycle work, frost damage, basement wall, repair and renewal operations, old buildings, wooden buildings, foundations, repair and protection measures

Анализ методов восстановления конструкций фундаментов и цокольной зоны стен деревянных зданий старой застройки, преимущественно гражданского назначения, указывает на наличие системных дефектов и повреждений строительных конструкций, а также крайне низкий технический уровень ремонтно-защитных мероприятий, как правило, в сочетании с недостаточной квалификацией исполнителей.

К характерным особенностям технического состояния рассматриваемых конструкций относятся:

– частичная или полная деградация

фундаментов, представленных, в основном, деревянными столбчатыми стульями, каменной кладкой или бутобетоном;

– глубокие гниlostные повреждения венцов нижнего уровня наружных и внутренних стен, вызывающие неравномерные деформации и просадки не только отдельных конструкций, но и зданий в целом;

– сезонные силовые воздействия на здание под воздействием сил морозного пучения грунта основания;

– погружение фундаментов, а порой и нижних венцов сруба, в грунт, определяемое грунтовыми условиями застройки, а также

формированием культурного слоя грунта;

- подтопление прилегающих к зданиям территорий, в том числе неорганизованный водоотвод с кровли;

- отсутствие квалифицированной эксплуатации, ремонта и защиты зданий.

Содержание рассматриваемых объектов становится крайне затратным, а выполняемые капитальные ремонты в большинстве случаев не решают коренной проблемы, а именно – восстановления и защиты рассматриваемых конструкций. Наиболее явной эта проблема стала с 2019 года после имевших место катастрофических паводков в западных и южных районах Иркутской области, сопровождаемых длительным повышением уровня грунтовых вод.

Крайне запущенное техническое состояние значительной части рассматриваемых зданий позволяет сделать однозначный вывод о технико-экономической нецелесообразности их капитального ремонта, в том числе с учетом требований Федерального закона № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Данная ситуация была объективно подтверждена в 2019 году при обследовании зданий образовательных учреждений в зоне паводка Тайшетского района, где из 18 объектов 3 подлежали демонтажу, а по 12 зданиям было принято решение о необходимости противоаварийных мероприятий и дальнейшем демонтаже в срок до трех лет.

Подобные объекты образовательного, административного, культурного, медицинского

и иного назначения расположены практически по всей территории Иркутской области (Куйтунский, Качугский, Осинский, Шелеховский районы и др.).

Типичные иллюстрации критического состояния конструкций нулевого цикла приведены ниже (рис. 1 и 2). Подход к восстановлению конструкций, достигших аварийного состояния, при острой необходимости дальнейшей эксплуатации объекта и (или) при ограниченных ресурсах, отведенных на ремонт, как правило, включает:

- возведение новых фундаментов или усиление существующих;

- замену нижних поврежденных венцов (брус или бревно) на новые.

На практике часто встречается также иной метод устранения аварийного состояния цокольной зоны, называемый в местном обиходе «подливным фундаментом». Метод состоит, как правило, в двухстороннем омоноличивании нижних поврежденных венцов сруба с одновременным усилением существующего незаглубленного ленточного фундамента.

Эффект подобного ремонта краткосрочен, поскольку морозное пучение грунта основания продолжает свое разрушительное воздействие, а древесина, «упакованная» в бетон, будет подвержена более интенсивной грибковой атаке. Нельзя не отметить, что первое время, как правило, 2–3 года, отремонтированное здание производит положительное эстетическое впечатление. Далее же неизбежно развиваются прежние и возникают новые эксплуатационные проблемы.



Рис. 1. Разрушение и деформация монолитной ленты фундамента



Рис. 2. Погружение части фундамента в грунт и биодеструкция нижних венцов сруба

Рассматриваемый тип зданий имеет в большинстве случаев общие или близкие по характеру факторы негативного воздействия на конструкции нулевого цикла и цокольной зоны стен, а именно:

- глубокое сезонное промерзание грунта основания;
- морозное пучение грунта основания при его избыточном водонасыщении в зоне отмокания;
- переохлаждение подпольного пространства.

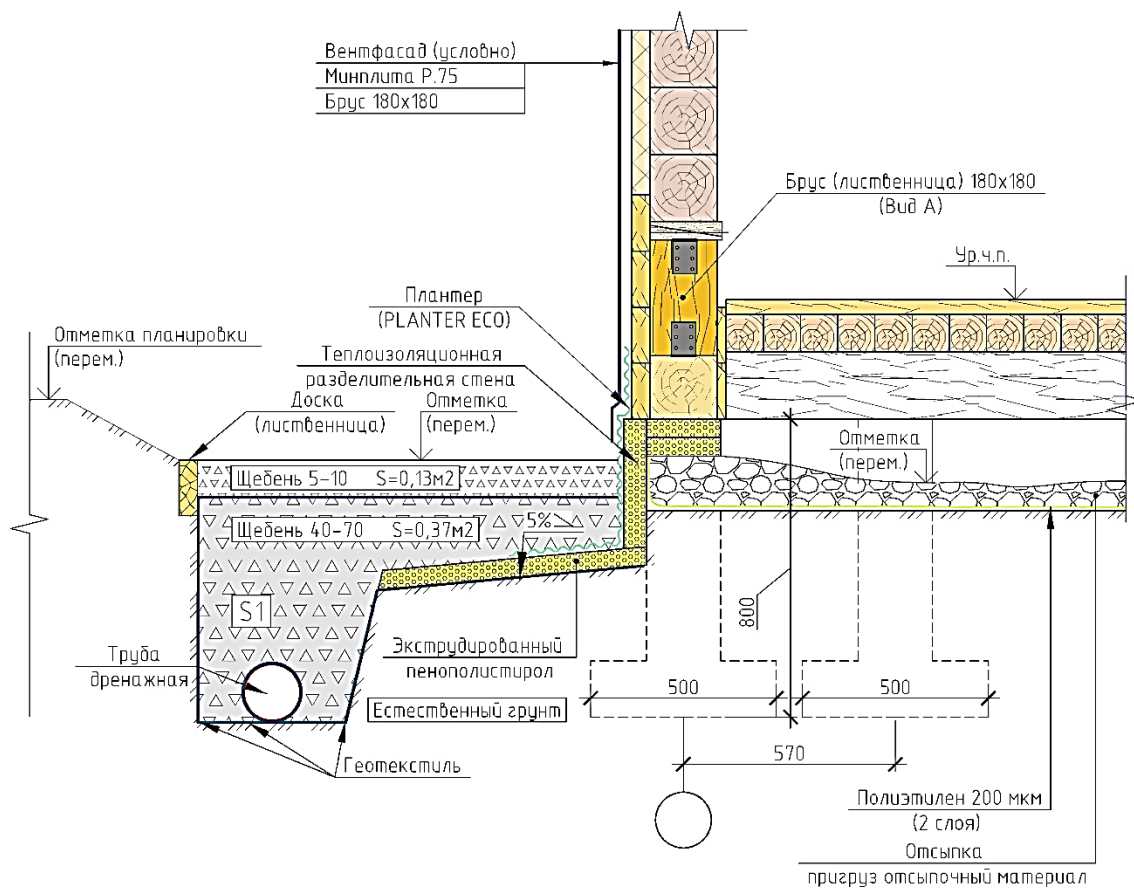
При нарастающей аварийности сельских объектов старой застройки возникла острая необходимость поиска универсальных конструктивно-технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности и долговечности капитальных ремонтов.

Производственное разрешение указанного выше комплекса вопросов показано на примере подготовки к капитальному ремонту одной из сельских школ Иркутской области. Ниже представлены характерные узлы

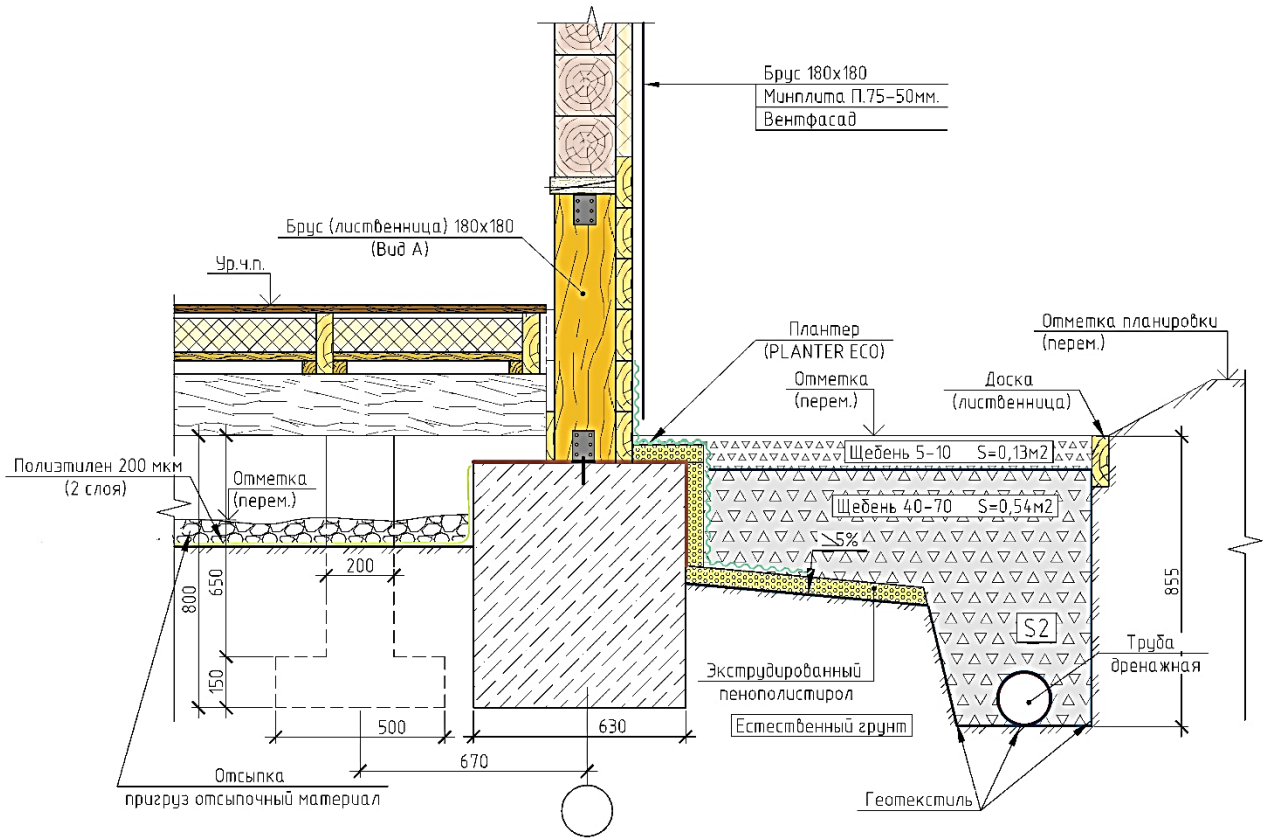
различных фундаментов и стен в уровне цоколя (рис. 3, а–г), где снята часть конструктивных, технологических и эксплуатационных проблем, а именно:

- водоотведение от здания путем устройства продольного дренажного профиля;
- устранение (снижение) воздействия сил морозного пучения посредством теплоизоляции основания;
- устройство на уровне цоколя комплексной стоечно-раскосной многослойной конструкции стен, исключающей необходимость общепринятой замены поврежденных венцов;
- исключение водонасыщения деревянных конструкций нулевого цикла за счет их отсечения от грунтовой влаги паропроницаемой мембраной, прокладываемой по грунту.

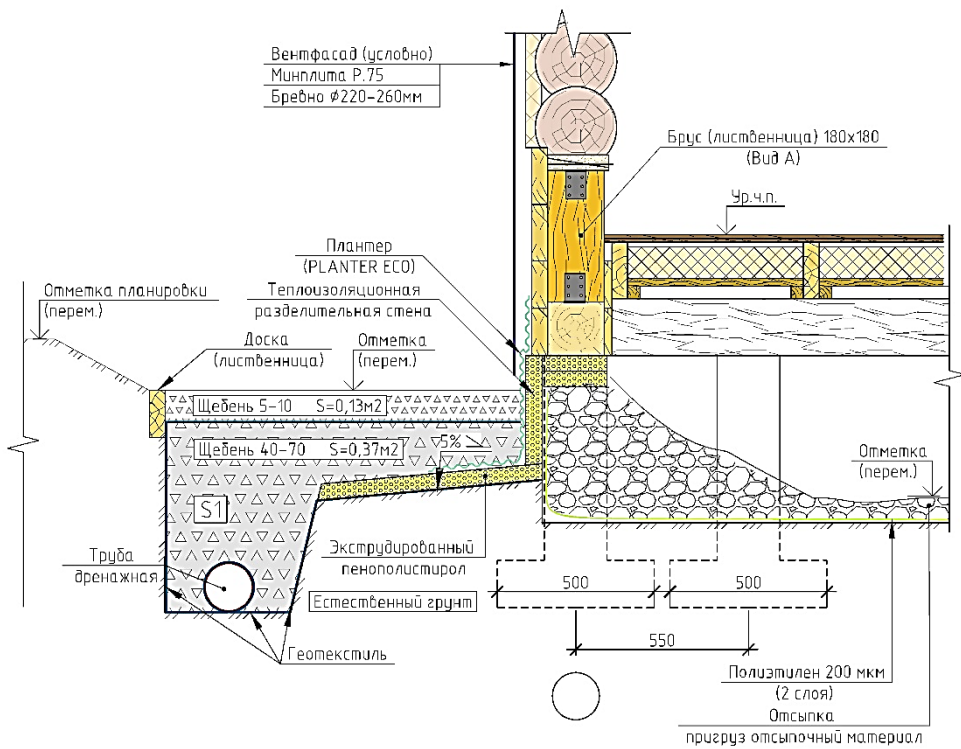
Представленные графические материалы (рис. 3, а–г) конструктивно-технологического содержания позволяют судить о снижении трудозатрат и обеспечении пролонгации жизненного цикла объекта.



а)



б)



в)

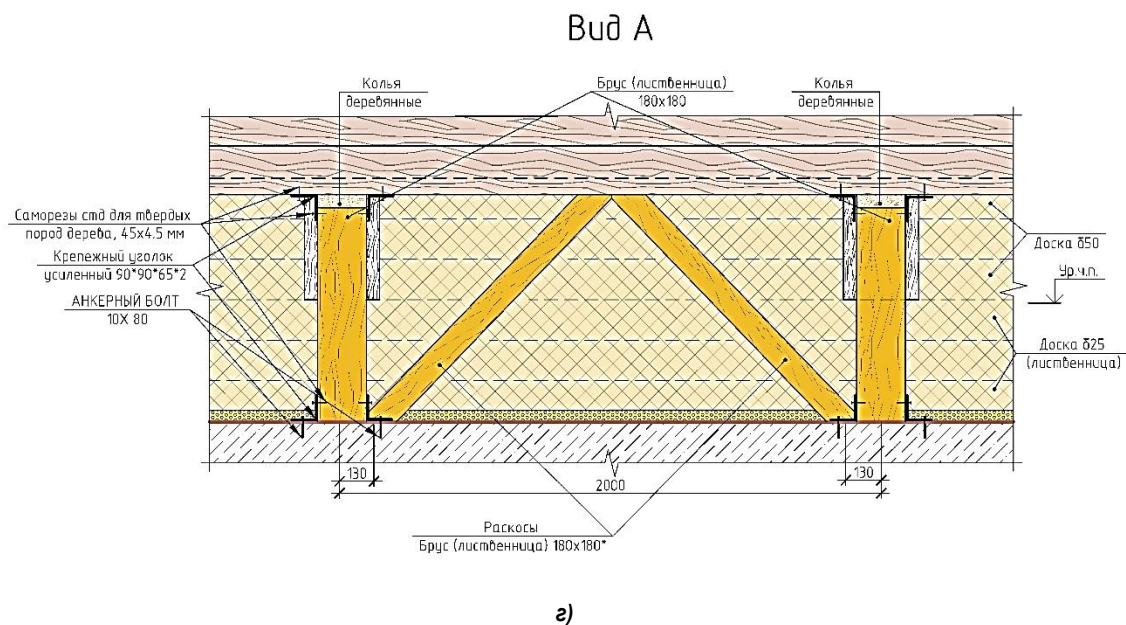


Рис. 3. Характерные узлы восстановления (замены) нижних венцов цоколя стоечными элементами с обеспечением конструкций нулевого цикла тепло-, гидро- и пароизоляции

Производственная апробация предложенных технических решений, вероятно, внесет в них уточнения и, на наш взгляд, позволит более продуктивно применить полученный опыт

при восстановлении аварийных конструкций деревянных зданий в рамках капитального ремонта, устранить главные проектные, строительные и эксплуатационные ошибки.

Список источников

1. Орлов В.О., Дубнов Ю.Д., Меренков Н.Д. Пучение промерзающих грунтов и его влияние на фундаменты сооружений. Л.: Стройиздат, 1977.
2. Чистотинов Л.М. Миграция влаги в промерзающих неводонасыщенных грунтах. М.: Наука, 1973.
3. Докучаев В.В., Герасимов А.С. Анкерующая способность столбчатых фундаментов при действии касательных сил морозного пучения грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1978.
4. Лыкшитов Б.В., Зарбуев Л.М., Хардеев П.К. Эффективные фундаменты для условий регионов с глубоким сезонным промерзанием пучинистых грунтов // Бюллетень строительной техники. 2004. № 2.
5. Полянкин Г.Н. Исследование совместной работы основания и фундамента в промерзающих пучинистых грунтах. Новосибирск: Наука, 1982.
6. Сажин В.С., Боршев В.В., Сизов В.Д. и др. Мелкозаглубленные фундаменты // Сельское строительство. 1982. № 3.
7. Огарков Б.Н., Пинайкин И.П., Огаркова Г.Р., Самусенко Л.В. Экологические и микробиологические исследования биоповреждений гражданских объектов и памятников архитектуры // Известия Иркутской Государственной экономической академии. 2010. № 4. С. 334-338.
8. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М.: Высшая Школа, 1982.
9. Кондратенко В.Н. Теплозащита наружных стен: излишество или необходимость // Строительная инженерия. 2006. № 8.
10. Петров А.В., Атаманов А.А. Дом в воде. Иркутск, 2015. [Электронный ресурс]. URL: publikatsii/article_post/dom-v-vode (20.08.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors

Петров Александр Владимирович,
к.т.н., профессор,
кафедра строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
irkut_invest@mail.ru

Aleksandr V. Petrov,
Cand. Sci. (Technics), Professor,
Department of construction production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
irkut_invest@mail.ru,

Чесноков Аркадий Сергеевич,
к.т.н.,
директор ООО Профи-Град,
664047, г. Иркутск, ул. Александра Невского, 91,
Российская Федерация,
profi-grad@mail.ru

Вологжин Валентин Юрьевич,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
кафедра строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.
Российская Федерация,
val_volog1998@mail.ru

Кошкин Борис Георгиевич,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
кафедра строительного производства,
bot1605@mail.ru,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
bot1605@mail.ru

Arkadii S. Chesnokov,
Cand. Sci. (Eng.),
Director of Profi-Grad LLC,
91 Alexander Nevsky St., Irkutsk 664047,
Russian Federation,
profi-grad@mail.ru

Valentin Yu. Vologzhin,
Undergraduate Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Department of Construction Production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
val_volog1998@mail.ru

Boris G. Koshkin,
Undergraduate Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Department of Construction Production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
bot1605@mail.ru

Архитектура современных жилых зданий и жилых комплексов в условиях исторически сложившегося города Иркутска со сложными сейсмогеологическими условиями

© Н.А. Потонова¹, О.И. Саландаева^{1,2}

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация,

²Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведен анализ архитектуры жилых зданий массового строительства и жилых комплексов города Иркутска, влияния сейсмогеологических условий на формирование архитектурно-конструктивных типов жилых зданий. Рассмотрены их преобразования (перестройки и надстройки) разных периодов строительства в процессе эксплуатации, которые негативно воздействуют на несущую способность зданий и их сейсмостойкость. Отражены особенности формирования современных типов жилых зданий и жилых комплексов на территориях с разными ландшафтными и гидрогеологическими условиями в контексте повышения качества архитектуры, общественных пространств жилой застройки, с одной стороны, и обеспечения сейсмостойкости жилых зданий, с другой.

Ключевые слова: жилые здания, жилые комплексы, планировочные типы зданий, архитектурно-конструктивные типы зданий, сейсмическая активность, физический износ, сейсмический износ

Architecture of modern residential buildings and residential complexes in the historically established city of Irkutsk with complex seismogeological conditions

© Natalia A. Potonova¹, Olga I. Salandaeva^{1,2}

¹Irkutsk National Research Technical University, Russian Federation,

²Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article analyzes the architecture of residential buildings of mass construction and residential complexes in the city of Irkutsk, the influence of seismogeological conditions on the formation of architectural and structural types of residential buildings. The transformations (reconstructions and superstructures) of residential buildings of different periods of construction during operation, which negatively affect the bearing capacity of buildings and their seismic resistance, are considered. The features of the formation of modern types of residential buildings and residential complexes in areas with different landscape and hydrogeological conditions are reflected in the context of improving the quality of architecture, public spaces of residential development on the one hand and ensuring the seismic resistance of residential buildings.

Keywords: residential buildings, residential complexes, planning types of buildings, architectural and structural types of buildings, seismic activity, physical wear, seismic wear

В целом территория Российской Федерации характеризуется умеренной сейсмичностью, однако области Северного Кавказа, Дальнего Востока и юга Сибири относятся к сейсмоопасным зонам, интенсивность которых составляют 8–10 баллов по 12-бальной шкале MSK-64. В Сибири – это Алтай, Саяны, Прибайкалье и Забайкалье. Последние находятся вблизи места схождения двух литосферных плит – Евразийской и Амурской, в Байкальской рифтовой зоне. В эту зону попадает Иркутск – столица Восточной Сибири.

В настоящее время в соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-2016 территория областного центра характеризуется сейсмической интенсивностью 8 баллов для двух уровней сейсмической опасности – 10 % (карта А), 5 % (карта В) возможного превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет (рис. 1).

Исторически формирование города обусловлено его географическим положением. Изначально в 1661 году был основан Иркутский острог – политический и военный центр

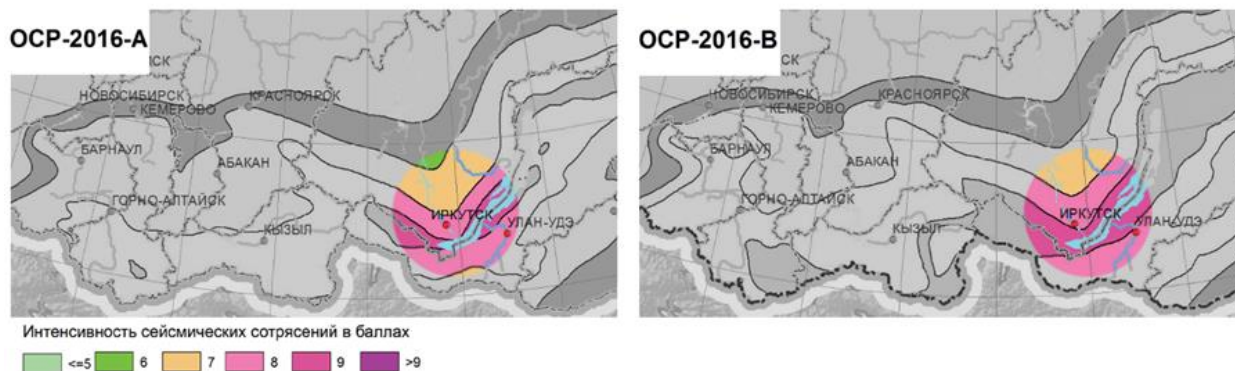


Рис. 1. Фрагменты карт ОСР-2016¹

Приангарья, до конца XVIII века служивший частью оборонительной системы. Располагался он в северо-западной части исторического центра современного города; в 1669–1693 гг. была проведена полная перестройка острога с увеличением его размеров; 1682 г. – Иркутск становится центром самостоятельного воеводства; 1686 г. – приобретает статус города.

«В начале XVIII в. в планировочной структуре города явно выделялись две части: «малый город» – острог с окружавшей его застройкой – административный центр «обширной Иркутской провинции» и «большой город» – посад с его хаотичной застройкой – торгово-экономическая часть города». Посад имел бессистемную застройку, однако позднее система улиц стала повторять береговую линию местности, пресекающая ее система улиц соединяла окраины с центром [1].

В 1764 году Иркутск был центром края, включавшего всю северо-восточную территорию России до Тихого океана, были введены первые меры по упорядочению застройки города. 1 февраля 1779 года прибыл первый иркутский архитектор А. Я. Алексеев и позднее

утвержден генеральный план (рис. 2), опираясь на который долгое время развивался город. Были регламентированы нормативные требования и дана характеристика застройки. После пожара 1879 года, уничтожившего значительную часть Иркутска, проведена его полная съемка и составлен Городской плановой комиссией новый генеральный план (1887 г.). Этим документом предусматривалось строительство новых, расширение и благоустройство существующих улиц, упразднение некоторых переулков, образование новых площадей и скверов на месте снесенных старых построек². Началось массовое строительство каменных зданий.

После Второй мировой войны в 1958 году была введена в эксплуатацию Иркутская ГЭС. В это время город оставался, в основном, деревянным и одноэтажным, за исключением застройки исторической части города, которая развивалась как административный, культурный и научный центр и состояла преимущественно из каменных домов, а также зданий смешанной конструкции (кирпичные в уровне первого этажа, деревянные в уровне второго).

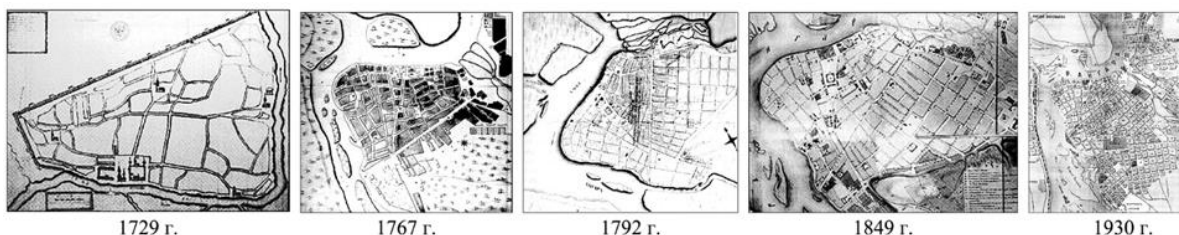


Рис. 2. Хронология развития планировочной структуры Иркутска²

¹Пояснительная записка к комплекту карт ОСР-2016 и список населенных пунктов, расположенных в сейсмоактивных зонах // Инженерные Изыскания. 2016. Т. 7. С.18–19.

²Генеральные планы Иркутска до 1917 года. [Электронный ресурс]. URL.: http://irkipedia.ru/ctent/generalnye_plany_irkutska_do_1917_goda (20.03.2022).

Таблица. Серии типовых жилых крупнопанельных домов 1960–1970х гг.

Серия	Этажность	Конструктивная система	Период строительства
1-335	4–5 этажа	Смешанная с неполным каркасом	1959–1966гг.
135с	5–9 этажей	С поперечными несущими стенами, двумя продольными стенами и жестким диском перекрытия, что обеспечивает сейсмостойкость здания	1977–1990гг.
1-464, 1-464 АС	5 этажей	В продольном направлении сейсмостойкость зданий обеспечивается одной внутренней и двумя наружными продольными стенами. В поперечном направлении – сквозными на всю ширину здания стенами. Совместность работы стен обеспечивается горизонтальным жестким диском перекрытия.	1959 г.
И-163.04		Конструктивная схема – смешанная, каркас предназначен для восприятия только вертикальных нагрузок	1973 г.
И-163.02	9 этажей	Перекрестно-стенная система	1977 г.
И-163.02/94	10 этажей	Зональный типовой проект с применением блок-секций	

На 1960–1970-е годы пришлось широко-масштабное жилищное и промышленное строительство, преимущественно по типовым проектам. Связано это было с необходимостью обеспечения благоустроенным недорогим жильем трудящихся, в том числе на новых и развивающихся территориях. Для строительства проектными институтами Москвы, Ленинграда и др. были разработаны следующие серии типовых жилых крупнопанельных домов (табл.) и домов с кирпичными стенами серий 1-306с и 114 с.

Несмотря на то, что конструктивная составляющая крупнопанельного строительства имела качественный показатель (проводились работы по усовершенствованию некоторых серии, например, 1-464 была переработана в 1-464 АС), архитектурно-художественный облик застройки не определял идентичность города, оставался безликим. К наиболее удачным районам в художественно-архитектурном и планировочном отношении относится микрорайон Солнечный. «Микрорайон имеет четкую шлейфовую планировочную структуру – «ковровая» застройка из типовых крупнопанельных зданий» [2]. Наиболее известным считается жилой дом галерейного типа по проспекту Маршала Жукова, построенный архитектором В. А. Павловым. Используя типовые детали, архитектору удалось создать функциональное и интересное здание – структуру фасада дома создают железобетонные лотки для труб: спаренные вертикальные несут на себе балконы, а горизонтальные,

наполненные грунтом, выполняют роль перил и одновременно являются клумбами (рис. 3).

Жилые дома, построенные в 1960–1970-х гг., не соответствуют современным СНиП, так как в процессе развития нормативной базы требования сейсмостойкого строительства значительно усовершенствовались.

По результатам исследований, проведенным группой ученых Института земной коры СО РАН, в наиболее неблагоприятном состоянии находятся жилые здания серии 335. Ее конструктивная схема – это панельные здания с неполным и полным сборным железобетонным каркасом. Существующие типовые здания рассчитаны на сейсмичность 7 баллов, однако фактический уровень сейсмостойкости за счет ее износа ниже. На сейсмостойкость данной типовой серии также влияет материал, из которого изготовлены панельные стены – газозолобетон толщиной 30–40 см. Такие дома получили широкое распространение в Иркутске и Ангарске. В настоящее время у нескольких таких зданий конструктивно усилены и защищены системами вентилируемых фасадов некоторые наружные стены домов, особенно находящиеся под систематическим воздействием ветров, и подвергшиеся отслоению наружного слоя газозолобетона вплоть до арматуры [4, 5] (рис. 4). Еще одним элементом, снижающим устойчивость здания, является использование потолочных железобетонных балок, опирающихся на наружные панельные стены – такие здания построены в Ангарске.



Рис. 3. Жилой комплекс «Дом-корабль» В.А. Павлова



1 - Проявление скрытых дефектов конструкции после ремонта панелей штукатурными стенами

2 - Состояние стеновых панелей дома после землетрясения 2008 г.

Рис. 4. Состояние панельных домов: 1 – мкр-н. Юбилейный, 2,3,4 серии 335, 2 – ул. Розы Люксембург, 311 серии 306³

В 2020 году было создано Сибирское отделение Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций имени В. А. Кучеренко. Его специалисты работали в Приангарье, в частности, вели научное сопровождение сноса первого панельного дома Иркутской области 335 серии, который демонтировали в Ангарске. Планируется проведение паспортизации домов 335 серии в Иркутской области, сегментирование их по нескольким группам с целью обеспечения сейсмобезопасности функционирования этих зданий.

В период перестройки (2000–2009 г.) строительная индустриализация Иркутска начала переориентироваться на строительство зданий из монолитного железобетона, что значительно расширило возможности объемно-планировочных решений зданий. За этот период были построены здания – ЖК «Зеон», ЖК «Калининский», ЖК «Изумрудный» и другие.

В 2020 году в эксплуатацию было введено первое двадцати двухэтажное здание в Иркутск – башня «Небо», входящая в состав

жилого комплекса «Стрижи» (рис. 5).

Конструктивная система здания – железобетонный каркас, который представляет собой совместную работу вертикальных и горизонтальных элементов, колонн и ригелей соответственно. На определенных расчетных участках между ними поставлены несущие стены, которые выполняют функцию диафрагмы жесткости. Фундамент заглублен примерно на 5 метров ниже отметки грунта, следовательно, сильных боковых колебаний у него нет. Данные конструктивные решения и оптимальная конфигурация здания позволили повысить этажность здания.

В форме плана здание представляет собой правильный шестиугольник, опирающийся на три боковых луча (рис. 6). Такая архитектурно-конструктивная трактовка объемно-пространственной структуры здания позволяет применять смелые и интересные планировочные решения и увеличить сейсмостойкость объекта. В проекте представлены различные варианты квартир площадью от 40 до 200 м². На 21 этаже расположены пентхаусы с высотой до 6 метров и собственной

³Иркутские хрущевки: сносить или спасать? [Электронный ресурс]. URL.: [https://www.irk.ru/news/articles/20170131/house/\(10.02.2023\)](https://www.irk.ru/news/articles/20170131/house/(10.02.2023)).

террасой. Один из пентхаусов имеет спальню со стеклянным потолком в виде купола, расположенную в центральной части здания. Жители квартиры могут наслаждаться видами звездного неба в любое время года. В здании предусмотрены 4 скоростных лифта и один из них панорамный. Через объемно-планировочные и интерьерные решения, цветовую гамму фасадов раскрывается тематика «неба», которая близка по образу к тематике всего жилого комплекса «Стрижи» – большую часть жизни маленькие стрижи проводят в небе, небо для них и есть дом.

Жилой комплекс «Стрижи» был введен в эксплуатацию в 2015 году (1-я очередь), 2020 год – (последняя 5-я очередь). Комплекс

спроектирован с учетом всех требований безопасности, в том числе сейсмических и температурных колебаний. Конструктивная система – железобетонный несущий каркас. Температурный режим обеспечивается за счет эффективной тепло сберегающей конструкции наружных стен из кирпича, газобетона и утеплителя. Отделка фасадов выполнена керамическим кирпичом цвета «слоновая кость» и «шоколад» и кирпичом стандартного красного цвета (рис. 7). Важным элементом комплекса является качественная внутренняя среда – на огороженной территории располагаются игровые зоны для детей разного возраста; места отдыха для взрослых, зеленые ковры газонов.



Рис. 5. Жилой комплекс «Стрижи» и башня «Небо»⁴

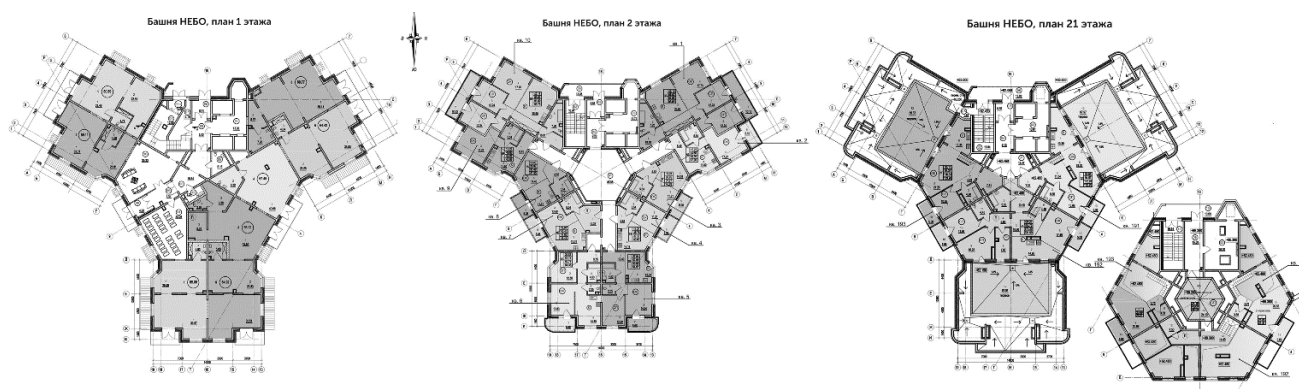


Рис. 6. Планировочная структура жилого комплекса «Башня Небо»⁵

⁴[Электронный ресурс]. URL.: <http://vc-irkutsk.ru/index.php/our-listings/my-postroili/item/71-zhk-strizhi-blok-sektsii-1-2-3-pervaya-ochered-stroitelstva> (21.01.2023).

⁵[Электронный ресурс]. URL.: <http://my-sky.house/planirovki/>(20.02.2023).



Рис. 7. Жилой комплекс «Стрижи»⁴

От застройщика ЖК «Стрижи» в 2022 году был введен в эксплуатацию ЖК «Стрижисити» по проекту АБ «Гордеев – Демидов». Конструктивная система – монолитная железобетонная перекрестно-стеновая. Комплекс формируют три 18-этажные башни-«сердца». Устойчивость и прочность конструкции такой высоты на площадке сейсмичностью 8 баллов достигается за счет конфигурации здания и правильно выбранной конструктивной системы. Необычная форма домов обусловлена не только сейсмоустойчивостью, но и необходимостью обеспечить плотность застройки и соблюсти нормативы, регулирующие этажность, расстояние между зданиями, фасадами и углами зданий. Участок позволяет расположить комплекс таким образом, что северная часть комплекса остается неосвещенной

большую часть дня. Поэтому северный фасад был усечен, а здания приобрели форму «сердец». Такое решение позволяет обеспечить оптимальные планировочные решения и наиболее эффективно использовать территорию, создавая комфортные условия для жизни (рис. 8).

Углы зданий не смыкаются, формируя пронизываемую структуру и силуэты трех отдельных домов. Трехчастный масштаб продолжается и в отделке – навесной фасад блок-секции выполнен в трех цветовых решениях: молочные и графитовые панели «под кирпич» обыгрывают геометрию высотного здания таким образом, чтобы элегантно вписать новостройку в существующую застройку, а древесного цвета HPL-панели, которыми отделан первый этаж, придают дому уют и тепло.



Рис. 8. Жилой комплекс «Стрижи-Сити»⁶

⁶[Электронный ресурс]. URL.: [https://arch-b.ru/?p=3424/\(20.02.2023\)](https://arch-b.ru/?p=3424/(20.02.2023)).

Проектирование жилой застройки в Иркутске – это комплексная задача, которая включает в себя проектирование качественного объекта с выразительным архитектурно-художественным образом и интересными современными планировочными решениями в рамках ограничений требованиями к сейсмически опасным регионам.

Зарубежное строительство в сейсмически активных регионах опирается на собственные нормативные документы. Для зонирования в нормативном документе Японии используется коэффициент зонирования сейсмической опасности Z ; в КНР используется районирование территории по ускорениям грунта и периодам спектра сейсмических откликов; в Европе расчеты ведутся по Eurocode 8 (EN 1998). По сейсмическим свойствам грунты делятся на разное количество категорий – в Японии на 3 типа, в КНР – 6, в Европейских нормах – 5, в Американских нормах – 6 типов, классификация в каждой стране ведется по своему показателю [10].

Новая Зеландия находится в сейсмически опасной зоне, в Тихоокеанском «огненном кольце». Сейсмичность обусловлена взаимодействием Тихоокеанской и Австралийской литосферных плит. По данным GNS Science, средняя повторяемость для землетрясений с $M_w = 6$ один раз в год, с $M_w = 7$ каждые 10 лет и $M_w = 8$ – каждое столетие [6]. Строительные нормы и правила Новой Зеландии в 1965, 1976, 1984 и 1992 гг. ужесточили требования, предъявляемые к строительным материалам и самой конструкции зданий. В 1992 году в строительном кодексе были прописаны требования к сейсмической безопасности, которым должны удовлетворять возводимые здания.

На сегодняшний день в Окленде, мы можем наблюдать здания малоэтажные, а также средней и повышенной этажности (рис. 9).

Таким образом, архитектуре жилых зданий свойственны композиционные построения на основе ритмических повторений равнозначных композиционных осей, выделяемых входами в секции и лестничными клетками, предназначенными для индивидуального движения. Разнообразие и выразительность достигается применением смешанной этажности, акцентированием отдельных групп зданий повышенной этажности, особой пространственной формой, пластикой, фактурой и цветом отдельных элементов. Широкие возможности для разнообразных пространственных композиций застройки, с открытыми, полузамкнутыми и замкнутыми пространствами дворов, с использованием прямолинейных, криволинейных, многоугольных очертаний зданий в плане, с одинаковой или смешанной этажностью создает применение блок-секций.

Для обеспечения сейсмостойкости жилых зданий и сооружений, снижением сейсмических нагрузок и обеспечения необходимой прочности применяются следующие способы:

- облегчение массы здания;
- выбор площадки строительства с минимальным риском возникновения резонансных явлений при землетрясении;
- применение рациональных объемно-планировочных и конструктивно-технологических решений зданий;
- устройство в зданиях активной сейсмозащиты.

При выборе конфигурации здания основополагающими приемами для повышения сейсмостойкости зданий являются:



Жилой дом повышенной этажности



Апартаменты средней этажности



Малоэтажные жилые дома

Рис. 9. Жилые дома Новой Зеландии, Окленд. Фото О. И. Саландаевой

- симметричность плана и симметрия относительно вертикальной оси;
- уменьшение веса конструкций;
- равномерное распределение жесткости конструкций по вертикали;
- предотвращение кручения (совмещение центра тяжести и центра жесткости) и равномерное распределение массы конструкций.

Помимо соблюдения нормативных требований по строительству в сейсмических районах для конкретного объекта строительства, следует также обратить внимание на развитие градостроительной ситуации города в данных условиях. На территориях, где возможны землетрясения с интенсивностью 7–9 баллов, нормы рекомендуют «...предусматривать расчлененную планировочную структуру городов, а также рассредоточенное размещение объектов с большой концентрацией населения и имеющих повышенную пожарную и взрывопожарную опасность». При функциональном зонировании таких территорий необходимо учитывать карты сейсмического микрорайонирования. Указанная на картах

сейсмичность относится к участкам со средними геологическими условиями, характеризуемыми песчано-глинистыми грунтами и низким (на глубине 6 м и более от поверхности земли) уровнем грунтовых вод. Зонирование должно способствовать снижению уровня сейсмического риска и устойчивому функционированию территорий. Как правило, под жилую застройку и объекты общественного назначения используют участки, где балльность имеет меньшие значения [9]. Очень важно предусматривать при решении генеральных планов городов дополнительные внешние связи, а также объездные пути внутри городской территории, которые можно использовать в случае выхода из строя основных магистралей. Крупные массивы застройки городов, расположенных в районах сейсмичностью 8–9 баллов, следует, как правило, расчленять транспортными магистралями или полосами зеленых насаждений, препятствующими распространению возможных пожаров и обеспечивающими возможность быстрой эвакуации населения во время землетрясений в места их временного расселения (рис. 8).

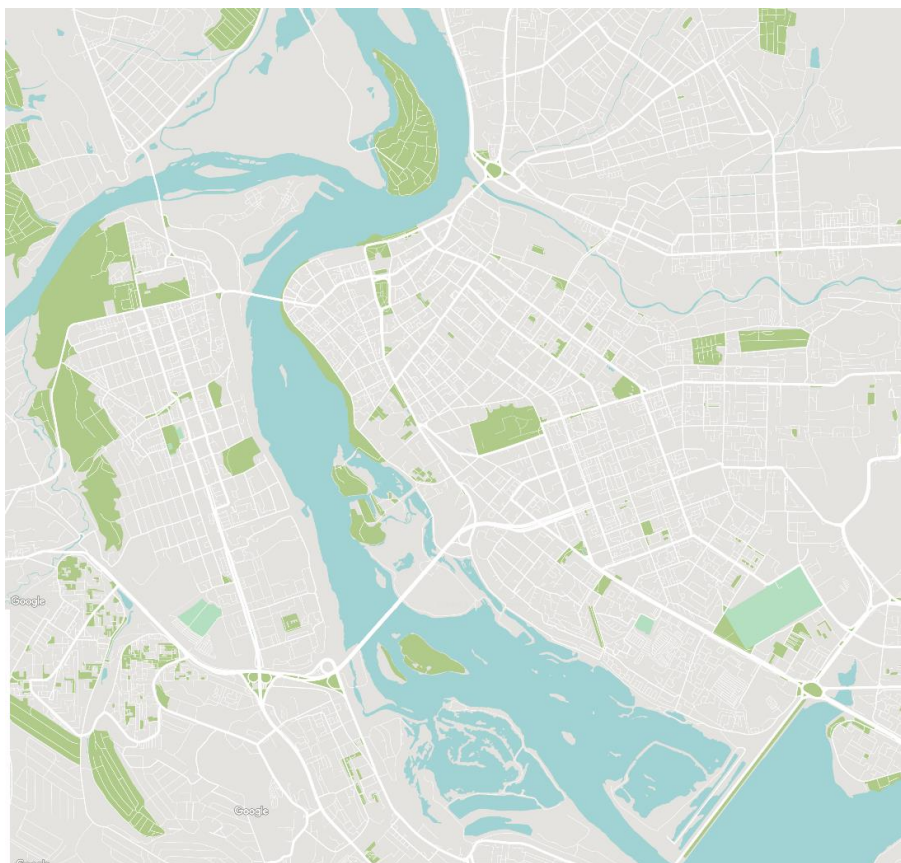


Рис. 8. Транспортная схема Иркутска

Таким образом, при обеспечении сейсмической безопасности жилой застройки Иркутска необходимы такие мероприятия, как предпроектные изыскания, выбор устойчивой конструктивной системы, соответствующей объемно-планировочному решению здания, оценка сейсмической уязвимости объекта на

стадии проектирования и мониторинг на стадии эксплуатации [11]. Учет градостроительной ситуации – инженерно-геологические и сейсмогеологические условия площадки, данные по картам сейсмического микрорайонирования, наличие уклона местности.

Список источников

1. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // Вестник ИрГТУ 2015. № 2 (97). С. 132–144.
2. Саландаева О.И. Архитектура жилых зданий из крупных панелей – тенденции формирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость 2021. № 3. С. 544–561.
3. Бух В., Григорьева Е. Владимир Павлов. Екатеринбург: Изд-во TATLIN. С. 84–85.
4. Перевощикова М.Д. Лишние баллы: треть домов в Иркутской области могут разрушить землетрясения // Известия 2020. № 102. [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1042453/mariia-perevoshchikova/lishnie-bally-tret-domov-v-irkutskoi-oblasti-mogut-razrushit-zemletriaseniia> (10.11.2022).
5. Павлова А.В. Сейсмоустойчивость под сомнением // Сибирский Энергетик. 2013. № 43 (357). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vsp.ru/2013/11/15/sejsmoustojchivost-pod-sommeniem/> (10.11.2022).
6. Закупин А.С., Каменев П.А. О возможности пространственно-временной локализации повышенной сейсмической опасности в методике среднесрочного прогноза LURR (на примере Новой Зеландии) // Геосистемы переходных зон. 2017. № 3. Т. 1. С. 40–49.
7. Вышеславова Н.А. Курбатов В.Л. Строительство жилья в зоне сейсмической активности 7-9 баллов // Университетская наука. 2021. № 1 (11). С.19–25.
8. Christopher Arnold, Robert Reitherman Building Configuration and Seismic Design New York: John Wiley & Sons 1982.
9. Бержинская Л.П., Радзиминович Я.Б., Саландаева О.И., Новопашина А.В., Лухнева О.Ф., Иванова Н.В. Комплексная оценка сейсмической опасности и уязвимости объектов как перспектива дальнейшего градостроительного развития территорий // Вопросы инженерной сейсмологии. 2022. Т. 49. № 1. С. 18–33.
10. Тарасов В.А., Шаторная А.М., Барабаш А.В., Жувак О.В., Рыбаков В.А., Российские и зарубежные нормы сейсмического проектирования зданий и сооружений // Alfabuild 2018. № 4(6). С. 92–114.
11. Белаш Т.А. Особенности строительства и эксплуатации сейсмостойких зданий // Известия ПГУПС. 2008. № 4. С. 6–16.

Информация об авторах / Information about the Authors

Потонова Наталья Андреевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
nap2603@mail.ru

Natalia A. Potonova,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
nap2603@mail.ru

Саландаева Ольга Ивановна,
доцент,
кафедра архитектуры и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
член ОТПОО «Союз архитекторов РФ»,
ведущий инженер отдела сейсмостойкого
строительства ФГБУН «Институт земной
коры СО РАН»,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, Лермонтова, 128,
Российская Федерация,
salandaeva@rambler.ru

Olga I. Salandaeva,
Associate Professor,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Department of Architecture and Urban Planning,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Member of the ОТПОО "Union of Architects of the
Russian Federation",
Lead Engineer of the Earthquake Engineering
Department,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033,
Russian Federation,
salandaeva@rambler.ru

Особенности комплексного благоустройства участков для дошкольных образовательных учреждений в зарубежных странах

© А.Д.Тимофеева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Детский сад – учреждение для общественного воспитания детей дошкольного возраста, иногда представляющий собой комплекс таких учреждений. Система детских садов предназначена для массового, общедоступного решения проблемы занятости родителей. Также в дошкольных учреждениях осуществляется подготовка детей к школе на уровне привычных навыков чтения, письма и счета. Благоустройство участков для зданий и сооружений дошкольного образования проводится в соответствии с определенными требованиями, с учетом направления воспитания и развития. Дети любят наблюдать за всеми деталями окружающей среды, поэтому необходима особая атмосфера. Образование и воспитание ребенка очень важно, поэтому место, где он будет делать свои первые шаги, а также проходить подготовку к школе, должно быть с удобной организацией пространства. Есть множество нюансов благоустройства участков. В статье рассматривается расположение на территории участков разной функции и также ряд необходимых помещений, которые должно включать в себя дошкольное учреждение. В работе с детьми необходимо создание удобного и понятного пространства. Это нужно для полноценного развития ребенка.

Ключевые слова: дошкольное учреждение, благоустройство, комфортная среда, особенности проектирования

Features of the integrated improvement of sites for preschool educational institutions in foreign countries

© Anna D. Timofeeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Kindergarten - an institution for the public education of preschool children, sometimes representing a complex of such institutions. The system of kindergartens is intended for a mass, publicly available solution to the problem of parents' employment. Also, in preschool institutions, children are prepared for school at the level of habitual reading, writing and numeracy skills. Improvement of sites for buildings and structures of preschool education is carried out in accordance with certain requirements, taking into account the direction of education and development. Children love to observe all the details of the environment, so a special atmosphere is needed. The education and upbringing of a child is very important, so the place where he will take his first steps, as well as be prepared for school, should be with a convenient organization of space. There are many nuances of landscaping. The article discusses the location on the territory of sites of different functions and also a number of necessary premises, which should include a preschool institution. When working with children, it is necessary to create a comfortable and understandable space. This is necessary for the full development of the child.

Keywords: preschool institution, improvement, comfortable environment, design features

Детский сад — учреждение для временного пребывания детей дошкольного возраста или комплекс таких учреждений. Детские сады как тип учреждений существуют в большинстве стран мира и являются обычно первым звеном в системе народного образования. На сегодняшний день существуют правила проектирования дошкольных учреждений.

Участок ДОО следует проектировать с

оградой по периметру. Устройство ограды со стороны внешней прилегающей территории должно препятствовать неблагоприятным воздействиям: средовым метеорологическим (ветер, атмосферные осадки) и техногенным (газ, пыль, поверхностные стоки), противоправным антропогенным воздействиям, проникновению животных. При наличии источников повышенного уровня воздушного шума ограждение следует предусматривать как

шумозащитный акустически экран. По периметру ограждений территории участков, расположенных отдельно от зданий ДОО, следует обеспечивать защитной зеленой полосой шириной не менее 1,5 м.

По внешнему периметру ограждения территории участка, по территории комплексного благоустройства и с крыш зданий ДОО следует обеспечивать водосбор, водоотведение и/или дренаж поверхностных стоков. Следует предусматривать мероприятия по защите почв от загрязнения и их санирование, выполняя гигиенические требования к качеству почв жилых и общественных территорий размещения ДОО и их основных площадок, как для наиболее значимых территорий (зон повышенного риска).

Входы-выходы из здания ДОО или с территории участка комплексного благоустройства на прилегающую территорию улично-дорожной сети должны быть с покрытием нескользким при намокании и замерзании [1].

Вход-выход, предназначенный для прохода детей с сопровождающими их лицами, должен быть отделен от проезжей части улично-дорожной сети тротуаром, шириной не менее 3 м на протяжении не менее 5 м от каждой из сторон входа-выхода из ДОО.

Перед входом-выходом из ДОО противоположные стороны прилегающей к тротуару проезжей части должны быть оборудованы искусственным препятствием, дорожной разметкой и дорожными знаками, установленными правилами дорожного движения,

обеспечены стандартизированными наземными тактильными указателями для инвалидов по зрению по ГОСТ Р 52875.

Дорожное покрытие подъездов, входов-выходов из ДОО и мощение пешеходных путей и хозяйственно-бытовых площадок участка с системой организованного сбора и удаления поверхностного водостока с территории комплексного благоустройства, (включая грунтово-травяные площадки) и с крыш зданий ДОО (в том числе с устройствами снегозадержания), должно быть твердым.

Игровое и физкультурное оборудование, инвентарь, покрытия игровых площадок участков ДОО должны быть безопасными для использования детьми и соответствовать требованиям ГОСТ Р 52169, ГОСТ Р 52301, ГОСТ Р 55677.

На участке ДОО необходимо обеспечить разграничение функционально-планировочных зон искусственными или растительными (зелеными) ограждениями, изолируя игровые площадки участка от вспомогательных площадок участка ДОО и обеспечивая безопасность детей. Следует обеспечивать возможность безопасного подъезда и выезда грузового автотранспорта для загрузки-выгрузки пищеблока и постирочной, вывоза мусора [2].

Рельеф участка ДОО на пешеходных путях должен исключать уступы при перепадах уровней. При необходимости они должны быть выполнены в виде откосов с пандусами или лестницами. Последние должны иметь ограждения с поручнями для детей.

Примеры пространственной организации



Рис. 1. Детский сад в Санмэнь Дафу

Для защиты детей от солнца и осадков территория каждой групповой площадки оборудуется тенью навесами или прогулочными верандами в соответствии с пунктами 3.9, 3.10 СанПиН 2.4.1.3049-13.

Страна Китай, город Тайчжоу. Архитекторы Think Logic Design. Площадь 10000 м². Год 2019.

Детский сад расположен в Саньмэнь, округ Биньхай, к востоку от Тайчжоу, в окружении гор и недалеко от моря (рис. 1). Так сложилось, что вспомогательные здания подчиняются зданиям с другой функцией и отстают от городского развития. Поэтому первым решением было принято изменение этой ситуации с

помощью дизайна. Если смотреть сверху на ситуацию, город находится рядом с водой, а здания равномерно расположены вдоль системы дорог.

Здание детского сада отражает развитие города. В первую очередь стояла цель сломать традиционную планировку детских садов и интегрировать региональную культуру (рис. 2).

Основной идеей была безопасность. С помощью планировки здания представлена форма, которая напоминает две руки, они обнимают внутренний двор, так же благодаря такой форме здания увеличивается температура в помещении [3].



Рис. 2. Схема ПЗУ



Рис. 3. Детский сад в городе Усу

Страна Китай, город Уси. Архитекторы UDG + SEU. Площадь 7891 м². Год 2014.

Детский сад расположен в жилом квартале Xieli Garden, район Хуэйшань, Уси (рис. 3). Здание состоит из трех этажей и имеет форму спирального кольца. В центре расположилось открытое пространство, которое спроектировано для идеальной учебной среды. Здание в

плане имеет обтекаемую форму, несмотря на то, что окружено системой прямых дорог, динамично вписывается в существующую ситуацию. Располагается рядом с жилыми домами.

Архитектурная форма здания, а также благоустройство на территории, создает удобное пространство для прогулок и отдыха. (рис. 4).



Рис. 4. Схема ПЗУ детского сада в городе Уси



Рис. 5. Фермерский детский сад в городе Биенхона

Страна Вьетнам, город Биенхоа. Архитекторы VTN Architects. Площадь 3800 м². Год 2013.

Переход к экономике, из-за которого Вьетнам как сельскохозяйственная страна переживает изменения, основанные на производстве, сказывается на окружающей среде (рис. 5). Появляется угроза, связанная с засухой, наводнением и засолением, что влечет уменьшения запасов продовольствия [5]. В то время как всевозможные средства передвижения, например, мотоциклы вызывают ежедневные заторы и загрязнение воздуха в городах. Быстрая урбанизация лишает вьетнамских детей зеленых земель и игровых площадок, а значит – и отношений с природой [6].

Фермерский детский сад – это противостояние, протест вызов этим проблемам. Здание

расположено рядом с обувной фабрикой. Рассчитанная вместимость 500 детей. В целом здание задумано таким образом, что сплошная зеленая крыша обеспечивала детям площадку для прогулок под открытым небом.

Зеленая крыша представляет собой тройное кольцо, окруженное тремя внутренними дворами, представляя из себя безопасные игровые площадки. Недавно на его вершине был построен экспериментальный огород [6]. В саду площадью 200 м² высажены пять разных видов овощей для обучения детей сельскому хозяйству.

Все основные функции размещены внутри здания. Чтобы обеспечить доступ к верхнему уровню предусмотрен спуск во двор с крыши (рис. 6).

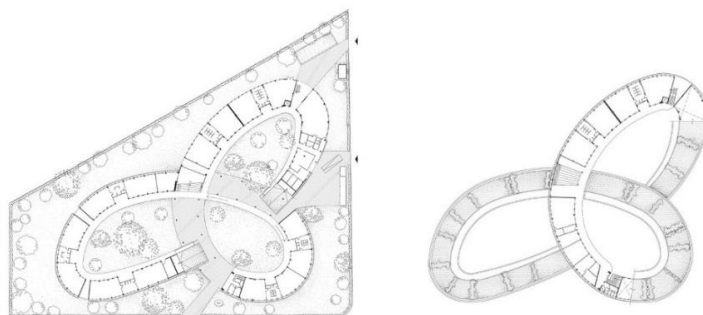


Рис. 6. поэтажные планы фермерского детского сада



Рис. 7. Детский сад и Йемене

Страна Йемен. Архитекторы Radionica Architecture. Площадь 2700 м². Год 2008.

Детский сад в Йемене – один из поэтических проектов современной архитектуры (рис. 7). Конфигурация здания напоминает геометрическую форму, внутри которой расположился детский сад [7].

Своеобразная форма здания – свойство нескольких проектов «Радионики». Это видно по поперечному сечению и с плана первого этажа. Часто проекты и реализации «Радионики» сводятся к элементарным частям: базовым геометрическим фигурам и их сочетаниям. Отношения между простыми частями создают многослойные, внутренние и внешние, закрытые и открытые рационализированные объемы.

Другой общей характеристикой проектов «Радионики» в течение длительного периода времени является заметное присутствие в них «естественных» элементов, не в смысле «экологического сознания», а в смысле его органического содержания в «культурном» элементе. Архитектура здания напоминает охват преобразованного склона. Изогнутая траектория означает радикальное уравнивание архитектуры и ландшафта, каждый из двух элементов также следует своей собственной «логике» и «логике» этого другого элемента.

Педагогическая идея «занятий под открытым небом» здесь видит свою возможную реализацию. Вместо открытых террас, которые часто включают вид на ближайшие автостоянки заборы, помещения, обращены к собственному закрытому пространству. Детский сад и ясли обращены к собственному закрытому пространству под открытым небом (рис. 8).

Важно подчеркнуть, что перед нами «первая общественная зона», с которой сталкиваются многие дети, и которая объединяет природные и городские свойства. В самой высокой точке «цокольного этажа» расположена многофункциональная зона.

Важным аспектом каждого государственного «проекта» является соблюдение узких рамок установленного государственного финансирования, удовлетворение растущего числа технических требований, а также работа над пространственной концепцией, но при этом также обеспечение адекватной окончательной материальности проекта.

Проект детского сада прост и сдержан, скромнен по цене, но при этом обеспечивает необходимое качество в использовании и обслуживании.

Страна Испания, город Сарагоса. Архитекторы Magén Arquitectos. Площадь 1808 м². Год- 2013.

Valdespartera Ecocity – это недавно построенный район, расположенный в жилом районе к югу от Сарагосы (рис. 9). Ординация, которая включает строительство около 10 000 единиц жилья, соответствует определенным критериям энергоэффективности. Участок расположен на южной границе района, рядом с резервуарами для воды и КАД Z-40 [4].

Учитывая близость этих элементов территориального охвата и последовательную объемную округлость жилых домов, а также общую площадь 60 000 м² исходной солнечной энергии для всех научных нужд и топографическую отметку почти 20 метров на существующем участке, было сложно соотнести расположение с масштабами основных пользователей будущего центра – детей. Следова-



Рис. 8. Расположение на территории



Рис. 9. Детский сад в Испании

тельно, вмешательство связано с желанием подготовить и определить объем для проведения проекта, понятием ограждения и его конфигурации, а также идеей строительства помещения.

Организация центра также была обусловлена общими критериями предпочтительной ориентации к югу от учебных зон, с предоставлением классных комнат на склоне холма и единственной возможностью доступа с северной стороны площадки, в самой нижней точке.

Первой задачей было смоделировать топографический уклон на ступенчатых горизонтальных платформах, параллельных земле, соединенных друг с другом, адаптирующихся к уклону для минимизации земляных работ и совпадающих с индивидуальным доступом на открытом воздухе, играми и взаимосвязями. Детский сад на 9 блоков и столовая расположены внизу, ближе к входу, а будущий центр начального образования и спортивные площадки – вверху.

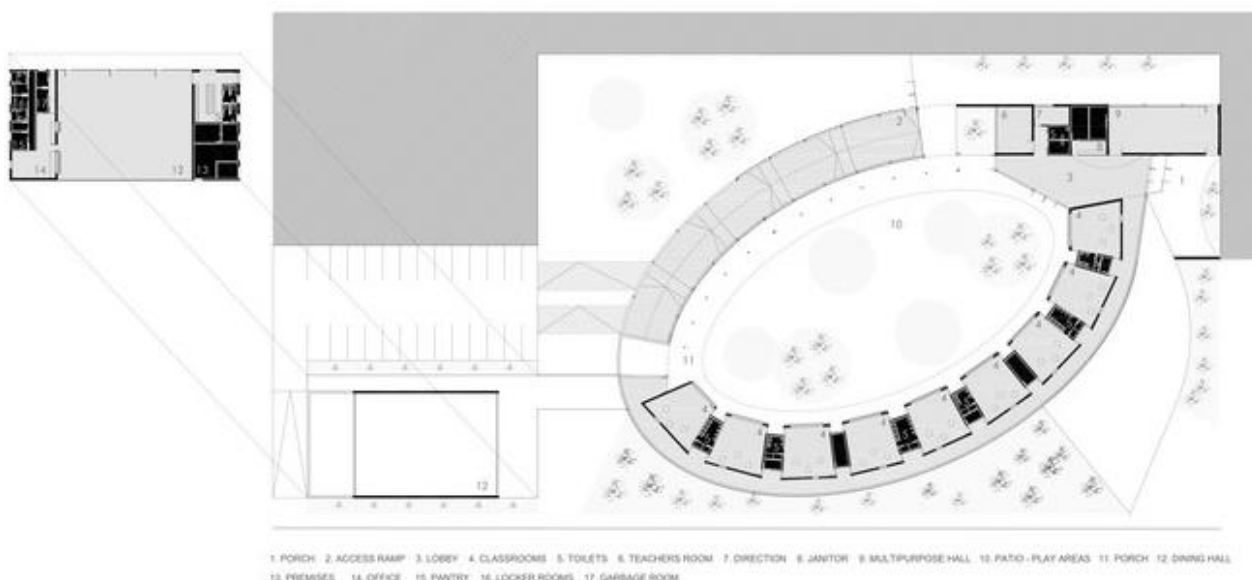


Рис. 10. План первого этажа

Конфигурация детской площадки в виде открытого сверху и закрытого по бокам пространства, их овальная и вогнутая форма, являются ответом на идею о том, что проект инициируется установлением центра, вокруг которого организована школа для обслуживания участка, и создание внутреннего и защищенного объекта, независимого снаружи, в отличие от объемов жилых блоков (рис.10).

В проекте здания помещения располагаются только на первом этаже, от чего крыша получается достаточно протяженной. Она образует широкую непрерывную веранду во дворе, конструктивно поддерживаемую консольными настилами наверху.

Ограждение выполнено с использованием материала из алюминиевых труб разного цвета, что создает чувство защищенной зоны внутри двора для ребенка и всего центра. Высота ограждения увеличивается в холле и столовой, идентифицируя вход в оба здания. В классных комнатах – линолеум и смоляное покрытие в зонах движения и звукопоглощающие потолки – это ламинат, который характеризует отделку, обеспечивая непрерывность горизонтальных поверхностей без стыков, таких как бетон на полу и потолке снаружи.

Страна США, город Чикаго. Архитекторы

Wheeler Kearns Architects.ж. Площадь 13300 м².ж. Год 2013.

Вдохновленный прилегающим историческим ландшафтом, Центр развития детских садов Чикагского университета – Стоуни-Айленд объединяет природную среду с архитектурой и учебной программой, ориентированной на детей (рис. 11). Вместо того, чтобы создавать место с преобладанием синтетического игрового оборудования и основных цветов, дизайн позволяет детям погрузиться в мир природы, чтобы из первых рук открыть для себя основные его принципы. Проект направлен на сближение детей с природой [8].

Здание в плане имеет Z-образную форму. Решая вопросы об оптимальном времени пребывания на улице, используя визуальные связи между внутренним и внешним пространством. Открытые игровые площадки, расположенные параллельно двум крыльям классной комнаты, позволяют решать физические задачи в соответствии с возрастом и исследовать природу. В восточном крыле, облицованном сайдингом из коры деревьев, есть места для младенцев и малышей. Западное крыло, облицованное неокрашенной обшивкой из цементных досок, обслуживает детей старшего возраста до пяти лет.



Рис. 11. Центр детского развития в США

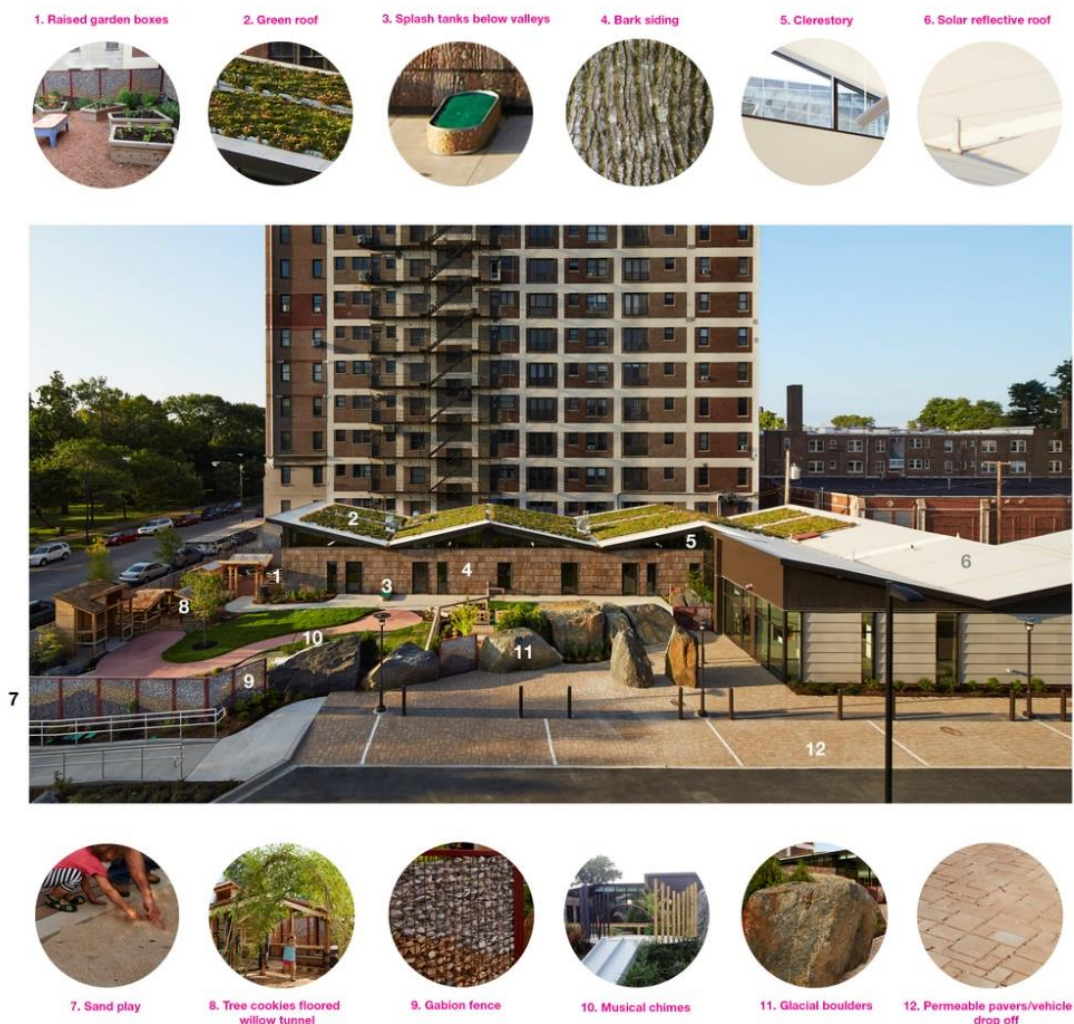


Рис. 12. Используемые материалы для строительства

Плавно скатанная крыша, покрытая растительностью на восточной половине, направляет свет внутрь, а дождевую воду – на игровые площадки. Крылья перекрываются посередине, где стеклянный вестибюль служит эмоциональным центром здания. Здесь университетское сообщество объединяется вокруг миссии по обучению детей основным принципам природы из первых рук, учитывая игровую площадку, окруженную монументальными валунами, каменную ограду из габиона и декоративные деревья (рис. 12).

Свободные тандемные классы открытой планировки используются для долгосрочной гибкости и адаптации. Общие вспомогательные функции, связанные с классом, включая рабочие места учителей, смену подгузников, детские туалеты и туалеты, размещены в общей зоне между парами классных комнат. Открытое совместное использование позволяет

учителям контролировать другой класс, когда это необходимо.

Различные поверхности приглашают детей ползать, кататься, карабкаться и ходить, чтобы узнать о своих пяти чувствах, взаимодействуя с природой. Если дети узнают, чем они живут, они не только будут учиться у природы, но и научатся ценить ее. Кроме того, учебная программа центра полностью интегрирована с этой миссией.

Страна Финляндия, город Сейняйоки. Архитекторы OORFAA. Площадь 3100 м². Год 2017.

Проект детского сада – это дружелюбное и комфортное пространство, в котором учтены потребности детей (рис. 13). Тайка открыла свои двери для обслуживания семей Сейняйоки в январе 2018 года, и с самого начала его полюбили как сотрудники, так и дети [9].



Рис. 13. Детский сад в Финляндии Тайка

Здание обеспечивает дневной уход за 225 детьми в возрасте от одного до семи лет, а также предоставляет место работы для 50 сотрудников. Также детский сад предлагает ночной уход за сменяющейся группой из 200 детей. Максимальное количество детей, которое одновременно ночует в детском саду – 60

человек. Это означает, что под одной крышей собраны все услуги ночного ухода за детьми, которые предлагает город Сейняйоки своим жителям. Также здесь находятся офисы региональных директоров служб дошкольного образования, поддерживая их работу в качестве команды координаторов региональных служб.

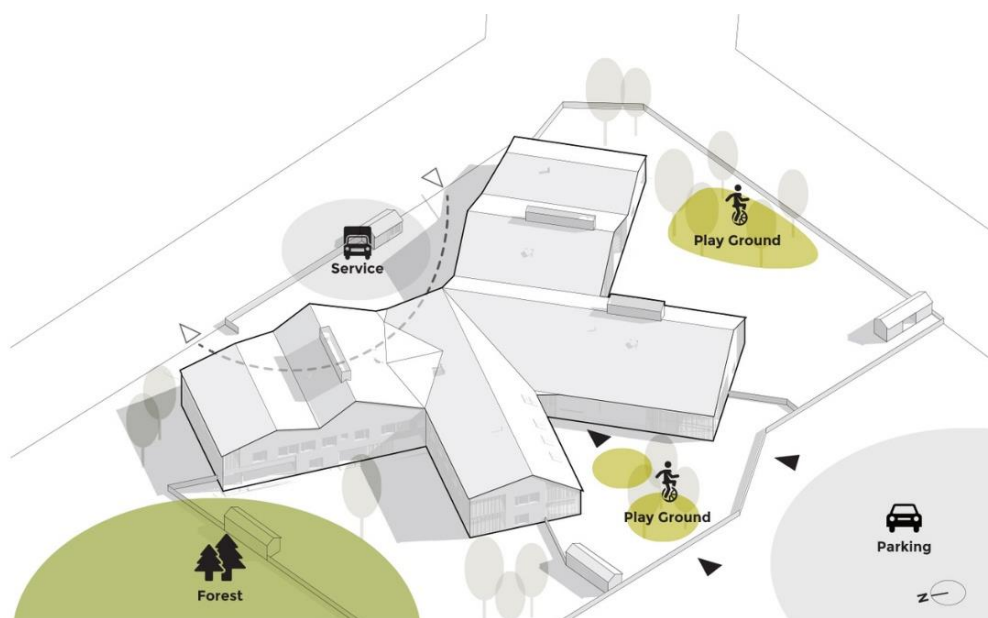


Рис. 14. Функциональное зонирование детского сада

«Тайка» имеет форму большого сарая, такая идея вдохновлена традиционным остро-ботским сараем в открытом поле. Здание очень красочное и в него проникает много света. Форма в плане напоминает звезду, которая задает ритм и создает ощущение спокойствия. Это прекрасный пример современного скандинавского подхода к проектированию детских садов (рис. 14).

За счет хорошей планировки помещений мы имеем гибкую организацию пространства. Здание разделено на шесть независимых функциональных блоков, в каждом из которых размещаются по две группы детей. Всего насчитывается 12 групп по 18–20 детей разного возраста. Каждая группа имеет отдельный вход, обеспечивающий прямой доступ со двора. В основных помещениях детского сада большие окна, благодаря которым проникает много света и воздуха. Внутреннее пространство спроектировано в игровом ритме, чередуя укромные уголки и открытые пространства. Также каждая возрастная группа имеет свою собственную часть здания и свой цвет, и

это цвет не только внешнего и внутреннего пространства, но еще и мебель, что помогает детям ориентироваться внутри здания и вокруг него.

В месте, где соединяются три крыши, образуется открытое общее пространство, которое имеет несколько функций. Оно служит как обеденным залом, так и пространством для выступлений и места встреч. Детский сад предоставляет множество помещений, которые подходят под различные функции, от бассейна в подвале до мастерской с верстаком для работы с деревом, мольбертами и досками для рисования, а также большим тренажерным залом. Шаровая лестница в большом пространстве пересечения трех крыш служит не только как путь движения, но еще и зрительными местами.

Наружные стены облицованы вагонкой из лиственницы и со временем приобретут серебристо-серую патину. Сегменты наружных стен покрыты алюминием, отражающим цвет неба и окружающего ландшафта.



Рис. 15. Детский сад на острове Тайвань

Остров Тайвань, город Синьчжу. Архитекторы Fieldevo Design Studio, линбоянский архитектор. Площадь 1900 м². Год 2020.

Пространства, в которых находятся дети, очень важно, так как они исследуют его, полагаются на свои чувства, и те пространства, которые вызывают эмоции, остаются в памяти (рис. 15). Дети воспринимают пространство и реагируют на него по-разному – то насколько использование помещения неопределенно, настолько многочисленные возможности для детского творчества. Поскольку их тела и разум быстро растут, дизайн представляет собой место, которое обеспечивает больше вдохновения и исследований в любом масштабе [10].

Дети очень любят наблюдать за всеми деталями окружающей среды. Поэтому им очень важна непередаваемая атмосфера. С точки зрения дизайна, основной задачей является безопасность в тех местах, где дети занимаются различными видами деятельности, где учат детей выражать свои мысли, начиная со слов и заканчивая предложениями. Как содержание и дизайн играет с этой пространственной концепцией, что заставляет задуматься, каково восприятие, когда все содержимое

расположено уникальным образом?

Внешний вид здания сливается с окружающей застройкой и позволяет людям увидеть новые перспективы

Нарушая правило символов, мы можем воображать разными способами. Альтернативные комбинации предоставляют детям бесконечные возможности в небольшом пространстве. Они могут вспомнить атмосферу, но не конкретный план (рис. 16).

Есть серия плана, которая предназначена в основном для создания атмосферы, а не для самого здания. Мы узнаем о чувстве расширения, прозрачности и универсального пространства, подчеркнутым Мис ван дер Роэ, и о порядке чисел и иерархии архитектуры от Альдо ван Эйка. Однако японский архитектор Казухиро Кодзима еще больше уменьшил силу архитектуры. В его исследованиях школьной типологии самым важным объектом, определяющим пространство, стала мебель, а все стены имеют г-образную форму и всегда открыты в угол. Все мероприятия объединены под одной большой крышей. Мы изучаем спектр гибких возможностей промежуточных пространств из этих проектов.

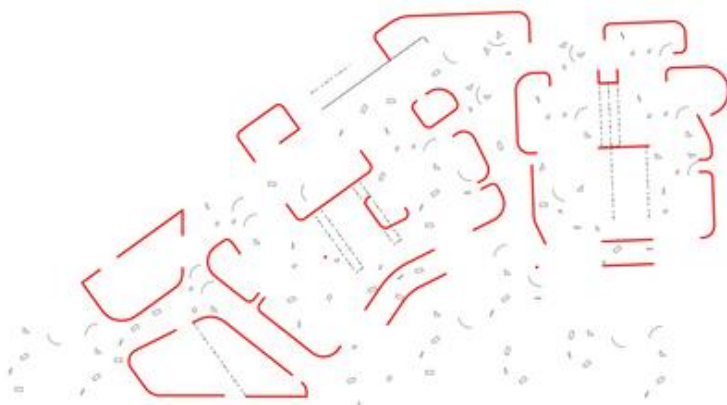


Рис. 16. Схема внутреннего пространства детского сада

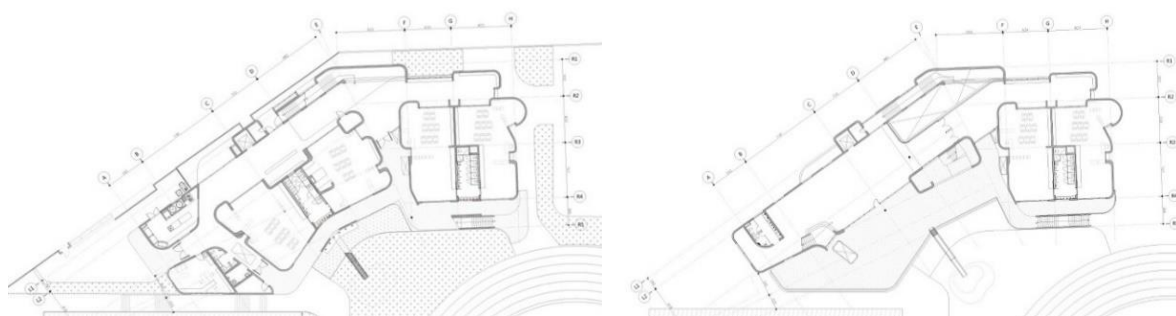


Рис. 17. Поэтажные планы детского сада

Сила архитектуры уступает место расстановке мебели, максимизируя чувство горизонтального расширения и деятельности (рис. 17). Однако городская среда города Синьчжу уже представляет собой ландшафт без порядка. Недостаточно устоялось, чтобы разместить легкую, прозрачную и гибкую архитектуру в этой грязной среде, поскольку похожие сцены будут повторяться. Небольшой изгиб на стене создаст тонкое ограждение и освободит пространство от однородности. Использован этот эффект, чтобы повторно задействовать среду кампуса и улучшить качество пространства в традиционном тайваньском планировании кампуса.

Проект фокусируется на слое промежуточных пространств, таких как Казухиро Кодзима, но вводит некоторое случайное скульптурное качество в универсальное пространство, чтобы различать разные уголки обучения. Таким образом, даже если мы не помним пространственное расположение, мы все равно можем быть впечатлены движением в общественных местах. Вместо того чтобы следовать сетке, в проекте сгибают конец стены, чтобы создать различные символы пространства. Все элементы побуждают к деятельности, например, случайные маленькие отверстия на уровне глаз в стене, которые позволяют детям вставать на цыпочки, чтобы посмотреть и т. д. Действия и неожиданная случайность делают пространство живым.

Так как важно предотвратить столкновение детей с краем стены, в проекте спроектировано закругленное пространство и уменьшен острый край. Все структурные стены представляют собой сочетание прямой линии и кривой, чтобы удовлетворить как

потребность в хранении, так и характерный угол. Геометрия пространства – это баланс между эффективностью и текучестью. Противоречиво, что этот проект сочетает в себе некое скульптурное качество и гибкость. Эта противоречивая идея позволяет непредсказуемым действиям происходить на скульптурном фоне. Благодаря такому дизайну в данном проекте он сохраняет свободу настройки для пользователей и формальное влияние на реорганизацию среды кампуса.

Страна Тайланд. Площадь 4000 м². Год 2020.

Это новая концепция детского учебного пространства, состоящего из ряда пространств: учебного, игрового и природного (рис. 18). Территориальное расположение здания находится в пригороде Бангкока. Окружение территории не очень интересное, поэтому проект направлен на создание собственной уникальной атмосферы. Учебное пространство предназначено для двух основных функций: классных комнат и спортивного комплекса. Благодаря различным функциям и размерам помещения, дизайн предполагает размещение каждой функции на природе с естественным освещением и видом на зелень, проникающими через окно. Овальная форма с центральным двором выбрана таким образом, чтобы из всех комнат открывался вид на обе стороны. Различная толщина помещения применяется к различным функциональным требованиям. Более широкие части, показанные в передней части здания, предназначены для зоны спортивного комплекса, а узкие – для классов с меньшей проходимостью с задней стороны.



Рис. 18. Детский сад в Тайланде



Рис. 19. Объем детского сада

Форма предназначена для привлечения внимания детей и поощрения приобретения знаний. Непрерывная плоскость, похожая на ленту, скручивается от пола до крыши, превращая архитектуру в огромную игровую площадку, которую все дети хотят исследовать внутри.

Внутри здания создаются разные виды пространства для каждой отдельной функции (рис. 19). Полуоткрытое под тренажерным залом предназначено для плавательных бассейнов, где гладкая соединительная поверхность от стены до потолка с видом на зелень в конце образует пространство, похожее на пещеру, и создает у детей ощущение приключений. Огромное пространство без колонны – это дизайн спортивного костюма для гибкой функции, который делает игровое пространство для детей свободным стилем.

Классная комната в узких частях здания приближает природу к учебному пространству, позволяя всем детям учиться среди деревьев (рис. 20).

Выделяющееся пространство этого здания, где лента сгибается от пола до потолка, создает необычное восприятие для детей, наклон и форма кривой повышают навыки обучения детей. Нижняя изогнутая часть представляет собой свободное игровое пространство, связанное со стойкой регистрации и кафе. Плоскость уклона добавляется для связи со вторым этажом. Это также будет

игровой объект с ползунком, а сетчатое дерево пронизывает второй этаж, соединяющий землю с потолком. Более того, под наклонной плоскостью спроектировано место для игры в прятки. В верхней части дуги актовый зал предназначен для детских представлений и родительских собраний, где ступеньки для сидения повторяют архитектурную форму.

Для внешней стороны ленты непрерывная форма является звеном от земли к вершине, создавая игровую дорожку для детей, бегущих к ступенчатому саду на крыше. Благодаря многоуровневому шагу, пространство становится игровым для разных видов игр одновременно. Замысел игрового и сочного дизайна вместе с атмосферой зелени вокруг сочетается и становится местом, где пространство для обучения и игровое пространство находятся среди природы.

В ходе выявления проблем, связанных с проектированием дошкольного образовательного учреждения, были получены следующие результаты. Проектирование детских садов – это создание интересного и безопасного пространства. Индивидуальный подход к развитию и образованию ребенка. Дети очень любят наблюдать за всеми деталями окружающей среды, поэтому им очень важна передаваемая атмосфера. С точки зрения дизайна, основной задачей является безопасность в тех местах, где дети занимаются различными видами деятельности.

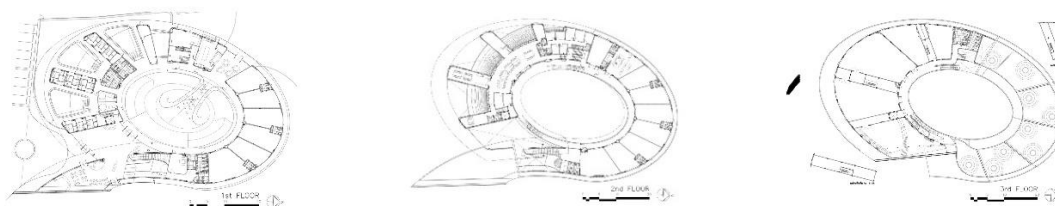


Рис. 20. поэтажные планы детского сада

Список источников

1. Горошкина С.М, Дружинина И.Е. Особенности формирования архитектурной среды инклюзивного отдыха детского лагеря для детей с ограниченными возможностями здоровья. Иркутск: ИРНТУ, 2021. 10 с.
2. Гельфонд А.Л. Архитектурная типология общественных зданий и сооружений. Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. 213 с.
3. Кавтарадзе С.Ю. Анатомия архитектуры. Москва: Изд. дом Высш. шк. Экономики, 2015, 214 с.
4. Пилявский В.И. История русской архитектуры. Москва: Архитектура-С, 2003. 511 с.
5. Короткова С.Г. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений с учетом обеспечения их доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения (МГН) Казань: КГАСУ, 2012. 30 с.
6. Михайлина Е.И. Адаптации городских территорий с учетом жизнедеятельности маломобильных групп населения // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2018. № 4. С. 48.
7. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных пространств. Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. 265 с.
8. Кламера М.К., Глебова Н.М., Дружинина И.Е. Идентификационные коды архитектурной среды городских пространств // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. № 3. С. 132–134.
9. Доронина Н.В., Ламехова Н.В. Архитектурное проектирование зданий дошкольных образовательных учреждений. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. 106 с.
10. Дружинина И.Е. Исследование типов жилья в Иркутске // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 8. С.193–217.

Информация об авторе / Information about the Author

Тимофеева Анна Дмитриевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
annashar.97@gmail.com

Anna D. Timofeeva,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
annashar.97@gmail.com

Модернизация интерьеров учреждения профессионального образования как имиджевого пространства

© Т.Т.Н. Фам, М.Г. Захарчук

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена вопросу модернизации интерьеров многофункционального спортивного центра как имиджевого пространства машиностроительного колледжа Иркутского национального исследовательского технического университета. Совершенствование образовательной среды и ее процессов является важным на современном этапе развития нашего общества. Систему образования в свою очередь определяют как интеллектуальные результаты процесса, так и физическая среда: общая концепция внутреннего пространства; предметное наполнение и элементы интерьера; отделочные материалы и декоративные решения, цветовое сопровождение ограждающих поверхностей. Исходя из опыта различных стран в повышении уровня образования, было выявлено, что в настоящее время огромное влияние на качество полученных знаний, умений и навыков оказывает эффективное использование инфраструктуры учебного пространства. Так, например, среди Британского Совета был проведен опрос, в ходе которого выявлено, что на качество обучения во время занятий в значительной мере влияет окружающая обстановка, в частности – дизайн учебных помещений [1]. Актуальность темы подтверждается острой необходимостью реконструкции образовательного ландшафта. Поиски решений в модернизации современных пространств учреждений профессионального образования являются основным направлением в превращении учебной среды в универсальную площадку для научно-исследовательской деятельности, творческого развития, а также повышения его имиджа.

Ключевые слова: предметно-пространственная среда, модернизация, интерьер, имиджевое пространство

Interior modernization of a vocational education institution as an image space

© Thi Thao Nguyen Pham, Marina G. Zakharchuk

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the issue of modernizing the interiors of the multifunctional sports center as an image space of the IRNITU Engineering College. Improving the educational environment and its processes is important at the present stage of development of our society. The education system is determined by both the intellectual results of the process and the physical environment: the general concept of internal space; subject content and interior elements; finishing materials and decorative solutions, color accompaniment of enclosing surfaces. Based on the experience of various countries in raising the level of education, it has been revealed that at present, the effective use of the infrastructure of the educational space has a huge impact on the quality of knowledge, skills and abilities. For example, a survey conducted among the British Council revealed that the quality of education during classes is largely influenced by the environment, in particular, the design of classrooms [1]. The relevance of the topic is confirmed by the urgent need for the reconstruction of the educational landscape. The search for solutions in the modernization of modern spaces of vocational education institutions is the main direction in turning the learning environment into a universal platform for research activities, creative development, as well as improving its image.

Keywords: object-spatial environment; modernization; interior; image space

В наши дни значительно вырос интерес проектировщиков к созданию новой образовательной пространственной среды. Кроме публикаций в периодических изданиях и множества интернет-статей, актуализированы редакции нормативных документов, регулирующие порядок создания и организацию комфортных условий в учебной среде, что доказывает понимание профессионалов о

влиянии архитектурно-дизайнерских решений на эффективность результатов процесса обучения. Создание комфортной и креативной образовательной пространственной среды – одна из задач, влияющая на становление личности учащегося, а также повышающая имидж современного учебного заведения [2].

Необходимо продумывать имеющиеся возможности эстетизации учебно-воспита-

тельного пространства образовательных учреждений различными средствами дизайна [3]. Он должен отражать основные ценности и миссию образовательной организации, соответствовать главным целям и подчеркивать общую направленность деятельности учреждения – благодаря этому обучающиеся и педагоги чувствуют себя частью единого сообщества, более сознательно относятся к образовательному процессу и имеют повышенную мотивацию [4].

Требования, которые предъявляются к архитектурно-дизайнерской организации образовательного пространства, продиктованы различными аспектами. На первом месте стоит функциональность и упорядоченность учебного процесса, а также ее объемно-планировочное решение.

Основную нагрузку в технических колледжах и училищах традиционно несут учебные аудитории, научные лаборатории и мастерские, которые должны подчиняться целому ряду требований – гигиеническому, эстетическому, функциональному, а также психологическому и педагогическому. Аудитории не всегда отвечают требованиям, которые необходимы студентам и преподавателям при организации учебного процесса. Недостаток оборудования, необходимого для работы, занятий и отдыха учащихся, неорганизованное с эргономической точки зрения пространство и отсутствие современной специализированной техники, заметно понижают уровень вовлеченности в процессе обучения и, как следствие, понижается уровень поступающих абитуриентов. Поэтому главной задачей дизайнера становится разработка предметно-пространственной среды с учетом вида проводимых занятий [5].

Дизайн-проект для образовательных учреждений создается не только с учетом архитектурных особенностей здания и специфики образовательных процессов, но и принимая во внимание контингент учащихся, их готовность к переменам и расположенность к современному образовательному пространству [4]. По числу участников, вовлеченных в процесс обучения, различаются следующие методы обучения: коллективные, групповые, индивидуальные. Поэтому пространственная организация кабинетов должна предоставлять

разнообразие форм, тем самым обеспечивая комфорт преподавателям и студентам при любом из вышеперечисленных методов обучения. Следовательно, габариты помещения должны соответствовать строгим требованиям эргономики.

На сегодняшний день международные стандарты в обязательном порядке включают ряд профильных зон, отсутствие хотя бы части из которых делают среду учебных учреждений менее привлекательной и комфортной. Речь идет об образовательных, научно-исследовательских, культурно-досуговых и физкультурно-спортивных зонах.

Современные тенденции, технологический прогресс, режим многозадачности формируют и одновременно подчиняются потребностям участников образовательного процесса, которые заинтересованы во востребованных зонах для отдыха, совмещении индивидуальной и групповой работы как в помещении, так и на открытых площадках. В последнее время широкое распространение получили инновационные лаборатории, мастерские и коворкинги.

Обучающаяся по направлению «Дизайн» Иркутского национального исследовательского технического университета Елизавета Потипалова разработала дизайн-проект на тему «Модернизация интерьеров многофункционального спортивного центра машиностроительного колледжа ИРНИТУ». Цель работы – создание интерьеров образовательной среды, которая станет универсальной площадкой для гармоничного физического и творческого развития, формирования коммуникативных связей. Концепция проекта заключается в создании креативной предметно-пространственной среды, модернизация пространства которой позволит повысить статус средне-специального учебного заведения и организует комфортную среду для всех вовлеченных участников.

Эффективность обучения, высокие результаты, а главное, физическое и психологическое здоровье студентов – одна из основных задач комфортной образовательной среды в современных условиях. Проектирование образовательных территорий подчинено множеству нормативных документов и своду правил, регулирующих функциональное

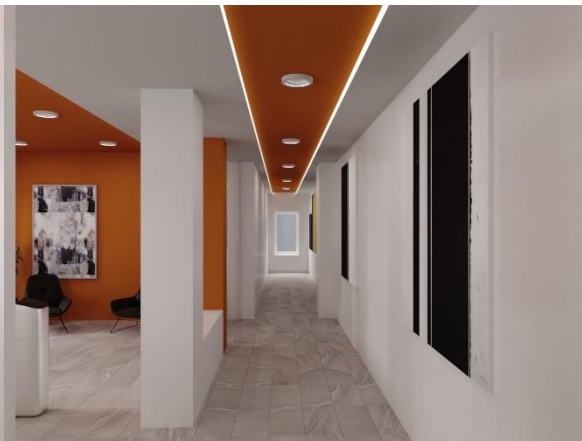
зонирование учебного пространства с целью содействия оптимальной организации занятий в учебное время.

Образовательное пространство непосредственно влияет на качество образования в целом. Его воздействие определяется

архитектурно-конструктивными элементами, концепцией, цветосветовыми решениями, декоративным наполнением пространства, озеленением и ландшафтом территории. Проектирование интерьера для машиностроительного колледжа ИРНИТУ необходимо



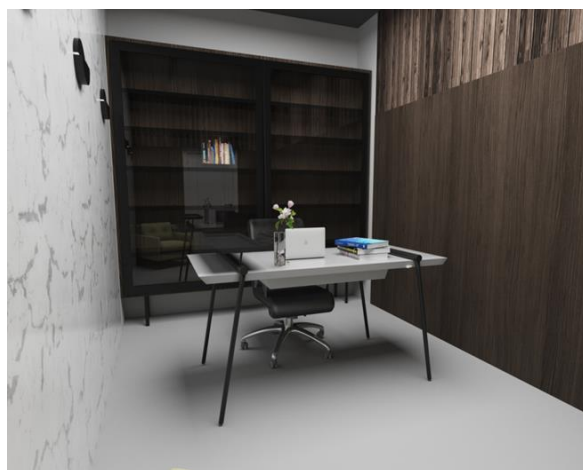
а



б



в

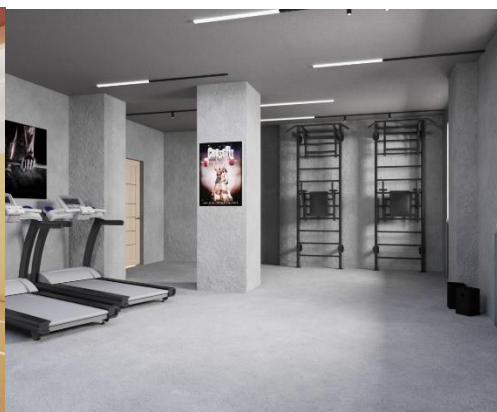


г

Рис. 1. Входная и общественная зоны. Виды: а – вестибюль, б – коридор, в – коворкинг-центр, г – преподавательская (автор Е.М. Потипалова, руководитель М.Г. Захарчук)



а



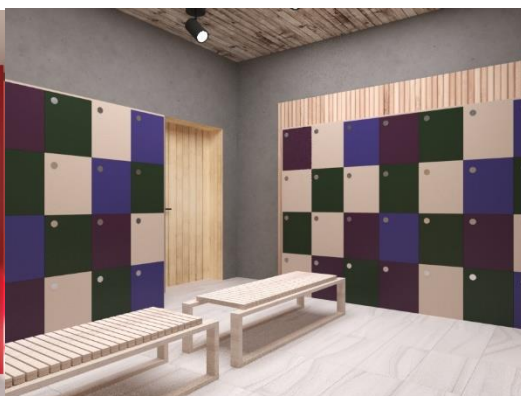
б



в



г



д



е



ж

Рис. 2. Спортивная зона и зона вспомогательных помещений. Виды: а – спортивный зал, б – тренажерный зал, в – теннисный зал, г – лыжная база, д – раздевалка, е – душевая, ж – санузел (автор Е.М. Потипалова, руководитель М.Г. Захарчук)

строить на основе актуальных современных тенденций в сфере образования. Проект должен сочетать в себе уже имеющийся опыт дизайнерского оформления, подчиняющийся принципам многофункциональности, эргономичности, экологичности. Кроме того, он должен отличаться своей индивидуальностью.

По заданию заказчика разработана перепланировка и интерьеры помещений многофункционального спортивного центра, который размещается в цокольном этаже здания машиностроительного колледжа ИРНТУ, расположенного в Правобережном районе города Иркутска. Выполнены интерьеры помещений четырех функциональных групп:

- входная зона (вестибюль, гардеробные);
- общественная зона (коворкинг-центр, преподавательская);
- спортивная зона (спортивный зал, тренажерный зал, теннисный зал);
- зона вспомогательных помещений (душевые, санузлы, раздевалки, лыжная база).

Интерьеры, открывающиеся анфиладно, разработанные в стиле «минимализм», функциональны и практичны. Первая «входная зона» – лаконична: белый с акцентами оранжевого цвета (рис. 1а).

Одним из главных пространств машиностроительного колледжа становится коворкинг-центр с монохромной бежевой отделкой всех ограждающих поверхностей и деревянными панелями потолка, но с яркой трансформируемой мебелью и подвесными графичными светильниками (рис. 1б). Коворкинг является важным помещением для образовательных учреждений, так как служит одновременно и зоной отдыха, и удобным местом для работы.

Преподавательскую, имеющую небольшую площадь, нельзя было перегружать, поэтому при разработке ее интерьера, были выдержаны такие параметры как рациональность и практичность (рис. 1в).

Спортзал оформлен в теплых тонах желтого и бордового цвета, где для придания динамики нанесены графичные полосы и использовано светодиодное освещение. Пол – наливной с разметкой для разных видов спортивных игр (рис. 2а). Тренажерный зал, напротив, разработан в сдержанных ахроматичных оттенках, которые придают брутальность помещению за счет имитации «под бетон», стенами и потолком, окрашенными серой водно-

дисперсионной краской. В качестве освещения используются встроенные световые линии. Зал оснащен необходимым оборудованием для проведения различных видов тренировок (рис. 2б). Еще одним помещением, входящим в спортивный комплекс, стал теннисный зал, отделанный под «лофт», который отличается отделкой стен из двух видов декоративного кирпича, высоким зеленым потолком с потолочными балками, конструкциями из труб и красными светильниками (рис. 2в). Помещения лыжной базы будут иметь различные системы хранения и ухода за инвентарем (рис. 2г).

Вспомогательные помещения являются важным функциональным дополнением для основных. «Мокрая зона» ультрамаринового цвета символизирует водную стихию (рис. 2ж), в оформлении раздевалок – гармоничное сочетание натурального шпона дерева и цветных фасадов кабинок, деревянные лавки, речная отделка стен и потолка (рис. 2д).

Цветовая гармония – это эстетически значимая, колористически закономерная взаимосвязь в композиции предметного художественного творчества и дизайнера [6, 7]. На учебный процесс влияет множество факторов, и уже доказано научными исследованиями в области когнитивных функций, что грамотно подобранное цветовое решение – один из основных. В зависимости от принятой цветовой среды усвоение учебных программ может быть различным, поскольку тот или иной цвет оказывает определенное действие на организм и нервную систему человека.

Дизайн-проектирование и реализация проекта выполняют задачи материальной организации функционально определенного пространства, дизайн-проект доводит творческий замысел до необходимого уровня художественной выразительности и эмоционального воздействия [8].

Разработанный дизайн учебного пространства окажет положительное влияние на образовательный процесс. Уютные, современные, оснащенные по последнему слову техники, помещения будут оптимально способствовать динамике работоспособности студентов и преподавателей, влиять на общее самочувствие как физическое, так и психологическое.

Дизайн внутренней предметно-пространственной среды влияет и на эффективность процесса обучения, и на формирование

бренда – как имиджевого пространства. Дизайн-деятельность реализуется практическими средствами проектирования [9]. Главной идеей проекта явилось создание современного образовательного пространства, совершенствование инфраструктуры, которая обеспечит комфортную среду для всех участников образовательного процесса и подтвердит статус ИРНТУ. Признаком современного кампуса и одним из критериев, необходимых для устойчивого развития учебного заведения, является высокое качество архитектурно-пространственной среды, которая отвечает повышенным требованиям к уровню жизни и учебы [10].

Актуальность выполненной работы заключается в том, что при наличии жесткой конкуренции при трудоустройстве и определении

победителей различных проектов, преимущество получают выпускники, чьи знания и умения глубже, креативнее, физическая подготовка лучше, а информация об этом представлена в максимально доступной, полной, удобной форме. Появлению таких специалистов будет способствовать обучение на базе функционально развитой территории модернизированной образовательной среды. В результате реализации разработанного проекта традиционная архитектурно-дизайнерская модель уступит место концептуально новой площадке для проведения научных лекций, конференций, мастер-классов, спортивных мероприятий на территории машиностроительного колледжа Иркутского национального исследовательского технического университета.

Список источников

1. Artpart_org. Как дизайн учебных помещений влияет на успеваемость. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-architect.livejournal.com/527992.html> (10.09.2022).
2. Захарчук М.Г., Прищепа В.Е., Модернизация предметно-пространственной среды учреждения дополнительного образования для развития творческого потенциала учащихся // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 3. С. 517–523.
3. Архипова А.А. Аспекты дизайна современной образовательной среды // Apriori. Серия: Гуманитарные науки. 2015. № 2. С. 17–25.
4. EduDesign. Особенности дизайна для образовательных учреждений. [Электронный ресурс]. URL: https://edudesign.ru/design_components (21.09.2022).
5. Паршина Е.С. Основные этапы дизайн-проектирования учебных аудиторий вуза // Молодой ученый. 2016. № 2 (106). С. 1058-1060.
6. Фомина В.Ф. Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий. Ульяновск: УлГТУ, 2017. 97 с.
7. Леушкина М.Г., Захарчук М.Г. Формирование нового пространства как опыт переосмысления роли библиотеки // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т.11. № 4. С. 71–77.
8. Ткачев В.Н. Архитектурный дизайн (функциональные и художественные основы проектирования). М.: Архитектура-С, 2006. 352 с.
9. Минервина Г.Б., Шимко В.Т. Дизайн: иллюстративный словарь-справочник. М.: Архитектура-С, 2004. 288 с.
10. Пучков М.В. Опыт пространственной организации современных университетских комплексов // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 2. С. 30–39.

Информация об авторах / Information about Authors

Фам Тхи Тхао Нгуен,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
sashakhoranova@gmail.com

Захарчук Марина Геннадьевна,
доцент,
кафедра монументально-декоративной
живописи и дизайна им. В.Г. Смагина,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
m-g-zaharchuk@rambler.ru

Pham Thi Thao Nguyen,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
sashakhoranova@gmail.com

Marina G. Zakharchuk,
Associate Professor,
Monumental and Decorative Painting
and Design Department named after V.G. Smagin,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
m-g-zaharchuk@rambler.ru

BIM-технологии как инструмент создания проекта реставрации

© В.П. Яценко, С.П. Доржиева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведен краткий обзор применения BIM-технологии в реставрации памятников культурно-исторического наследия. Актуальность темы связана с необходимостью сохранения и обновления исторических памятников с возможностью использования этих объектов для современных нужд, с сохранением архитектурного облика, но с изменениями объема, площади и планировки здания. Приведены тенденции развития BIM-технологий в области решения задач реставрации и реконструкции объектов исторического и культурного наследия. Отмечена взаимосвязь BIM со всем объемом научно-проектной документации, необходимым для проведения реставрации. Показано, как применение технологий информационного моделирования влияет на сроки проведения реставрационных работ, позволяя сохранить идентичность внешней и внутренней отделки здания с увеличением эффективности эксплуатации объектов культурного наследия, сокращением количества доработок за счет исключения ошибок и возможных коллизий. Также подчеркнута необходимость основать электронную библиотеку параметрических элементов памятников архитектуры и типовых сооружений, наиболее характерных для периода времени, к которому принадлежит реставрируемое здание. Это позволит более детально рассмотреть и изучить архитектурное достояние, а также создавать новые строения, стилистически близкие к расположенным поблизости памятникам архитектуры. Работа в единой информационной среде BIM позволяет непрерывно получать информацию по проекту, ясно видеть конечную цель реставрации, что обеспечивает более эффективное информационное взаимодействие и коммуникацию участников проекта по сравнению с использованием традиционных методов проектирования.

Ключевые слова: BIM-технологии, реставрация, проектирование, трехмерное моделирование, информационная модель, программные комплексы

BIM technologies as a tool for creating a restoration project

© Vladimir P. Yashchenko, Sayana P. Dorzhieva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article provides a brief overview of the use of BIM technology in the restoration of monuments of cultural and historical heritage. The relevance of the topic is related to the need to preserve and update historical monuments with the possibility of using these objects for modern needs while preserving the architectural appearance, but with changes in the volume, area and layout of the building. The article presents the trends in the development of BIM technologies in the field of solving the problems of restoration and reconstruction of objects of historical and cultural heritage and notes the relationship of BIM with the entire volume of scientific and design documentation necessary for restoration. The article shows how the use of information modeling technologies affects the timing of restoration work, allowing you to maintain the identity of the exterior and interior decoration of the building with an increase in the efficiency of operation of cultural heritage sites, reducing the number of improvements due to the elimination of errors and possible collisions. The need to establish an electronic library of parametric elements of architectural monuments and typical structures, the most typical for the period of time to which the restored building belongs, is also emphasized. This will make it possible to examine and study the architectural heritage in more detail, as well as to create new buildings that are stylistically close to the nearby architectural monuments. Working in a unified BIM information environment allows you to continuously receive information on the project, clearly see the ultimate goal of the restoration project, which ensures more effective information interaction and communication of project participants compared to traditional design methods.

Keywords: BIM technologies, restoration, design, three-dimensional modeling, information model, software complexes

Внедрение современных информационных технологий в строительство идет полным ходом. В Российской Федерации имеются примеры реализации строительных проектов различной сложности с использованием информационных моделей. Развитие BIM-

технологий (Building Information Modeling) и создание стандартов проектирования позволяет повышать качество не только проектирования, но и дальнейшую эксплуатацию зданий в России. Поэтому растет заинтересованность в применении BIM-технологий не только для

нового строительства, но и для проведения реконструкции или реставрации уже существующих объектов, особенно для объектов культурного наследия [1–6]. При этом реставрационные работы имеют свои особенности, поскольку представляют собой комплекс мероприятий, эффективность которых может быть повышена за счет автоматизации, на основе информационного моделирования.

Использование информационной модели облегчает процесс проектирования, строительства и эксплуатации здания, поскольку позволяет провести основной объем работ по внесению изменений в его конструкцию на стадии проектирования и разработки проектной документации, сокращает стоимость возможных проектных ошибок, дает возможность создавать модели инженерных сетей здания (отопление, электричество, водопровод) и отслеживать его текущее состояние [2, 8]. Все это позволит застройщикам реставрировать уже существующие здания с затратами меньшими, чем при строительстве новых объектов.

Реконструкция предполагает переустройство жилья с улучшением не только объемно-планировочных решений, но и конструктивных и инженерно-технических. Кроме этого, возможны изменения архитектурного облика, изменения объема и площади здания. Поэтому при проведении реконструкции

использование BIM-моделей процесс более трудоемкий, поскольку требуется обработать большое количество архивных данных и проектных документов. Эти материалы (чертежи, зарисовки, фотодокументы, текстовые описания) трудно поддаются систематизации и обобщению, тем не менее проделанная работа позволяет создавать образцы (семейства), которые в будущем могут послужить основой модернизации последующих объектов другими коллективами проектировщиков.

Примеров использования информационных технологий при проведении реконструкции или реставрации не слишком много, но они есть. Так, например, основываясь на исторических планах Москвы преподаватели МГУ с помощью программ Corel Draw и Graphisoft ArchiCAD задали границы строений на территории Страстной площади [5–8]. Были проведены работы по созданию модели здания Страстного монастыря и близлежащих построек (рис. 1). Рельеф территории был также восстановлен, при этом использовались архивные и действующие топографические планы. Уже после создания моделей построек они были расставлены согласно архивному плану. При изучении архивов обнаружено большое количество гравюр и акварельных набросков частей Москвы, что послужило исходным материалом для более подробной проработки архитектурных деталей.



Рис. 1. BIM-модель Страстного монастыря

В 2018 году Министерство культуры РФ поставило перед Центральными научно-реставрационными проектными мастерскими (ФГУП ЦНРПМ) задачу изучить возможность применения технологии информационного моделирования в реставрационной деятельности. При исследовании возможности перехода на BIM специалисты ФГУП ЦНРПМ проанализировали рынок BIM-систем, рассмотрев зарубежное и отечественное ПО. Ранее

специалисты мастерских использовали зарубежное программное обеспечение, в том числе программы AutoCAD и Allplan. При этом AutoCAD позволял выполнять проектную и рабочую документацию, но работы по получению чертежей, подсчету объемов материалов и оформлению документации оставались очень трудоемкими, что привело к значительному увеличению сроков выполнения проектов.



Рис. 2. Дом-музей А.П. Чехова и его BIM-модель

Специалистами ЦНРПМ для реализации задачи была выбрана система Renga от компании Renga Software. Объектом исследования послужил проект реставрации памятника культурного наследия федерального значения «Дом, в котором жил А.П. Чехов в 1886–1890 гг. Сейчас в этом доме располагается музей писателя» (рис. 2).

В системе Renga была получена трехмерная модель объекта, соответствующая требованиям заказчика (рис. 2). При визуальной ее проверке были обнаружены и исправлены коллизии, возникшие во время проработки проекта в двухмерном пространстве. В ходе

работы была осуществлена реставрация всех фасадов здания, проведена замена водосточных труб и отливов на окнах. Интерьер также был обновлен: понижена отметка пола на первом этаже, выполнена реставрация поверхности стен, карнизов, лестницы и других объектов. Осуществлена полная замена существующего кровельного покрытия на цинк-титан по сплошной обрешетке. Чтобы приспособить здание к современному использованию, специалисты ЦНРПМ спроектировали большую зону фойе, гардеробную, санузлы, сцену, гримерные и зону для музейной экспозиции [9– 12].



Рис. 3. Объект «Дом композиторов» в г. Новосибирске и его 3D-модель

Еще одним итогом проекта стала концепция создания электронной библиотеки параметрических элементов памятников архитектуры и типовых сооружений, наиболее характерных для той или иной эпохи. Применение такой библиотеки даст специалистам возможность не только изучать памятники архитектуры, но и более эффективно использовать современные информационные технологии в реставрационном проектировании.

Студенты НГАСУ (Новосибирск) опробовали технологии современного проектирования, смоделировав «Дом композиторов» в г. Новосибирске, формируя его уникальный исторический облик (рис. 3). Все работы велись в программах семейства Revit, каждый элемент здания был проработан индивидуально, образовав целую библиотеку различных фрагментов, имеющих историческую ценность. В дальнейшем ею можно воспользоваться для проектирования новых зданий с целью создания единого стиля, что в последующем существенно ускоряет процесс создания фасадов и внутреннего устройства. Таким образом, библиотеки элементов делают технологически доступными элементы старой архитектуры при новом строительстве [3, 9–14, 18–19].

Приведенные примеры показывают, что использование BIM-технологий при проведении реставрации уже прошло, но говорить о том, что оно идет на государственном уровне пока нельзя. Поэтому активность государства в данном вопросе просто необходима. Архитектурные элементы прошлого по своему образу уникальны для нашего времени и лучшим решением представляется основать электронную библиотеку, которая сохранит в себе элементы, отличные по конструкции и по стилистической направленности. Это позволит более детально рассмотреть и изучить архитектурное достояние, а также скоординировать процесс создания нужных образов. Благодаря этому в будущем ускорится и облегчится процесс создания композиции и сохранения аутентичности новых построек, что положительно отразится на образе городов.

Использование инструментов информационного моделирования совместно с технологией 3D-съемки зданий явилось толчком для восстановления утраченных объектов историко-культурного наследия. Применение 3D-съемки позволяет ускорить процесс исследования объектов восстановления. Так, например, фотограмметрия «рыбий глаз» разрешает проводить исследования в узких пространствах конструкций благодаря большому полю зрения линзы. Также используется 3D-лазерное сканирование, при помощи которого можно создавать визуализацию объекта с высокой точностью геометрии, обнаруживать особенности здания. Образуя облако точек, алгоритм подбирает наиболее подходящую геометрическую форму поверхности для дальнейшего построения объекта. Для объектов, которые содержат в себе множество различных геометрических элементов, обработка данных не всегда корректна, но позволяет создать точную модель здания с учетом реального его состояния.

Эти методы исследования применимы для ситуаций с практически потерявшими архитектурный облик зданиями. Можно сказать, что при использовании BIM-технологии, как этапа создания проекта, появляется возможность приближения к точной технологически эффективной деятельности в области проектирования как при создании новых объектов, так и при реконструкции и реставрации исторически ценных зданий и сооружений.

Применение BIM-технологий для проектов реконструкции и реставрации позволит сохранить и исследовать архитектурные объекты. Даже если они не сохранили свой первоначальный облик, способ информационного моделирования поможет восстановить их визуально и ознакомить заинтересованных с архитектурой прошлого [15–19].

Использование BIM-технологий при проведении реставрационных работ облегчает восприятие конечной цели реставрации для всех участников проекта, что обеспечивает более эффективное взаимодействие по сравнению с традиционными методами проектирования.

Список источников

1. Захарова Г.Б. Применение BIM в реставрации объектов культурного наследия // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы II Международной научно-практической конференции.

СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 112–118.

2. Захарова Г.Б. Информационное моделирование исторических зданий // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 83–88.

3. Скворцов А.В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 2 (7). С. 1–45.

4. Талапов В.В., Козлова Т.И. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры // Архитектура и современные информационные технологии. 2009. № 3 (8).

5. Козлова Т.И., Романова Л.С., Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – опыт применения в реконструкции и реставрации // САПР и графика. 2009. № 8. С. 4–7.

6. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.

7. Пустовгар А.П., Жунжун Ч., Вэньсэн Ю., Адамцевич А.О. Применение BIM-технологий при реставрации зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 6. С. 42–48.

8. Бородкин Л.И., Румянцева М.В., Барышева Р.А. Виртуальная реконструкция историко-культурного наследия в форматах научного исследования и образовательного процесса // Сборник научных статей. Красноярск: СФУ, 2012. С. 174.

9. Гурьева Ю.А. BIM-технологии в строительном комплексе: зарубежный и отечественный опыт // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 15–17 апреля 2020 г.). Санкт-Петербург: Изд-во: Санкт-Петербургский

государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 60–68.

10. Шубенкова М.Ю. Компьютерное моделирование как средство архитектурно-исторического анализа // Архитектура и современные информационные технологии. 2008. № 2 (3). С. 1–9.

11. Савченко Р.Н. Основные принципы и особенности BIM технологии // Вопросы науки и образования. 2018. № 27 (39). С. 23–26.

12. Оленьков В.Д., Попов Д.С., Пронина А.А., Самарина Е.А. Применение технологии BIM в области реставрации памятников истории и культуры // Дизайн. Искусство. Промышленность. 2012. № 1. С. 93–98.

13. Мельникова О.Г., Олейников П.П. Информационное моделирование зданий: опыт реконструкции памятников культурного наследия // Социология города. 2013. № 4. С. 72–80.

14. Kocaman S., Akca D., Poli D., Remondino F. 3D/4D City Modelling - From Sensors to Applications. Whittles Publishing, 2020. 224 с.

15. Remondino F., Georgopoulos A., Gonzalez-Aguilera D., Agrafioti P. Latest Developments in Reality-Based 3D Surveying and Modelling. MDPI Publisher, 2018. 376 с.

16. Wing E. Autodesk Revit Architecture 2016: No Experience Required. Autodesk Official Press: Cybex, 2015. 864 с.

17. John D. Architectural Commercial Design Using Autodesk Revit 2014. SDC Publications, 2013. 478 с.

18. Чжан Гуаньин (Zhang Guanying). Технология BIM и моделирование системы доугун для памятников архитектуры Древнего Китая // Вестник ТГУ. Культурология и искусствоведение. 2014. № 1(13). С. 44–55.

19. Козлова Т.И., Куликова С.О., Талапов В.В., Чжан Гуаньин. Технология BIM: уникальная возможность работы с памятниками деревянной архитектуры // Строительный Эксперт. 2016.

Информация об авторах / Information about the Authors

Ященко Владимир Петрович,

к.т.н., доцент,
кафедра механики и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
vp_yashenko@mail.ru

Доржиева Саяна Павловна,

магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
seyna_krum@mail.ru

Vladimir P. Yashchenko,

Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of Mechanics and Strength of
Materials Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
vp_yashenko@mail.ru

Sayana P. Dorzhieva,

Undergraduate Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
seyna_krum@mail.ru

Развитие аэродинамики крыла самолета начала – середины XX века

© Ф.А. Корытов, О.А. Горощенко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В предлагаемой статье будет прослежено развитие аэродинамики крыла с момента зарождения авиации в конце XIX – начале XX вв. до 50-х годов XX столетия. Статья разделена на несколько блоков, каждый из которых посвящен значимым для становления отрасли периодам и событиям. Мы рассмотрим путь совершенствования конструкции и функционала самолетов от возникновения новой идеи до постановки и решения конкретных задач. Это позволит увидеть, что требуемый набор технических решений касался в большей степени силовой установки и аэродинамики крыла. В связи с этим именно проблеме улучшения конструкции крыла мы посвятим большую часть статьи. Изучение истории самолетостроения может быть полезным при выборе оптимального комплекса изменений, совершенствующих конструкцию летательных аппаратов. Многие решения, предложенные еще в годы Второй мировой войны, используются в современных авиалайнерах, таких как Airbus A320, Boeing 737 и MS-21. Учитывая непрерывное развитие авиационной отрасли и ее стратегическое значение, предлагаемая тема представляется особенно актуальной.

Ключевые слова: авиация, история самолетостроения, аэродинамика, механизация крыла, Первая мировая война, Вторая мировая война

Development of aerodynamics of the airplane wing of the early - middle of the XX century

© Fedor A. Korytov, Olga A. Goroshchenova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the development of aerodynamics of the wing from the beginning of aviation in the late 19th-early 20th century until the 1950s. The article is divided into several blocks devoted to significant periods and events that spurred the development of the industry. The article considers the way to improve the design and functionality of aircraft from the emergence of a new idea to the formulation and solution of specific problems. This makes it possible to see that the required set of technical solutions dealt more with the power plant and aerodynamics of the wing. In this regard, most of the article is devoted to the problem of improving the design of the wing. Studying the history of aircraft construction can be useful in choosing the optimal set of changes that improve the design of aircraft. Many solutions proposed back in the years of World War II are used in modern airliners such as the Airbus A320, Boeing 737 and MS-21. Given the continuous development of the aviation industry and its strategic importance, the proposed topic seems to be particularly relevant.

Keywords: aviation, history of aircraft construction, aerodynamics, wing mechanization, World War I, World War II

Введение

Идеи покорения воздушного пространства существовали еще задолго до первых реализаций рабочих летательных аппаратов. Впервые задокументированный проект летательного аппарата, который бы поднимался в воздух за счет крыльев, был описан еще в XV веке Леонардо Да Винчи [1]. Широкое распространение эта идея получила в конце XVIII – начале XIX вв., когда основной формой летательных аппаратов стали планеры. Первый

самолет (в привычном для нас понимании этого слова) был построен А. Ф. Можайским (рис. 1). ЛА, совершивший свой первый полет в 1882 году, был первым в мире управляемым аппаратом, снабженным механической силовой установкой и использующим для полета аэродинамический принцип [2].

Самолет Можайского содержал все конструктивные элементы современного: крылья, шасси, силовую установку, фюзеляж, хвостовое оперение, органы управления.

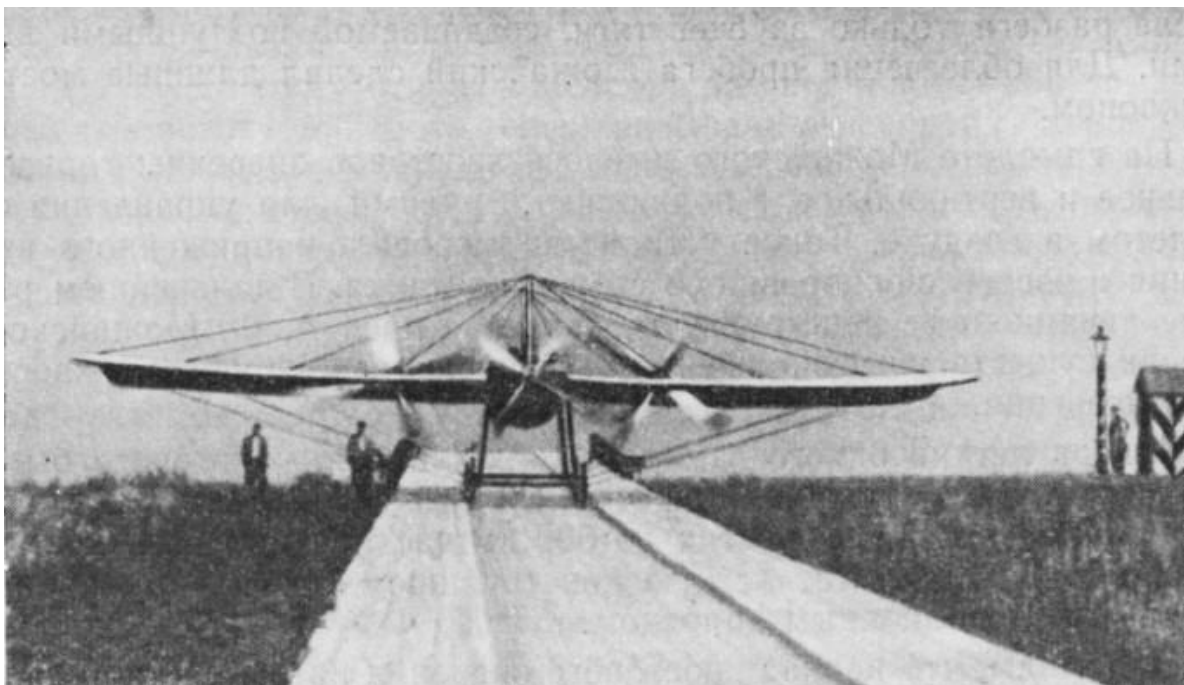


Рис. 1. Самолет Можайского

Эпоха зарождения авиации

Самолеты, созданные после образца Можайского, имели сходное строение крыла. Рассмотрим подробнее особенности этой конструкции и установим причины их возникновения [3].

К характерным особенностям крыла первых самолетов, начавших покорять воздушное пространство, можно отнести:

- Геометрическую форму. Консоли крыла зачастую были прямоугольными, что связано с удобством их изготовления.
- Материал. Для создания крыла использовалась древесина, которая из-за своих прочностных характеристик требовала укрепления тросами.
- Размер деталей. Консоли были значительно больше фюзеляжа (в современных самолетах соотношение иное).

Обратимся к причинам появления данных особенности крыла. Приведем формулу подъемной силы крыла.

$$Y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S.$$

В данном выражении:

Y – подъемная сила крыла

C_y – коэффициент подъемной силы

ρ – плотность воздуха

v – скорость

S – площадь крыла

Из формулы видно, что основными факторами, влияющими на подъемную силу крыла, являются: плотность воздуха, скорость движения и площадь крыла. На данном этапе параметр плотности воздуха не слишком важен, поскольку начинает существенно влиять на подъемную силу крыла только с набором высоты. Мы уделим внимание преимущественно площади крыла и скорости самолета.

Первые летательные аппараты не были оснащены мощными силовыми установками, позволяющими развивать скоростные пределы, необходимые для поднятия в воздух самолета с небольшими крыльями. Для компенсации малой скорости конструкторы увеличивали площадь крыла [4, 5].

Эпоха Первой мировой войны

Как известно, Первая мировая война стала катализатором научного и технического прогресса. Самолеты были модернизированы: появились новые двигатели, сделавшие их легче и быстрее, новые способы увеличения площади крыла для повышения маневренности и устойчивости машины [6].

Задачей первых в мире летательных аппаратов было поддержание стабильного управляемого полета, война же предъявила новые требования: высокая скорость, маневренность и устойчивость.

Обратимся к новым конструктивным особенностям крыла самолетов периода Первой мировой.

В результате увеличения мощности силовых установок, возросли и скорости самолетов, что привело к появлению еще одного ограничивающего фактора – сопротивления воздуха. Крылья с острыми краями при увеличении скорости подвергались деформации, что приводило к незначительным повреждениям или к разрушению консолей. Для уменьшения сопротивления воздуха использовались крылья с закругленными концами, покрывавшиеся разнообразными лаками и эмалями.

Проблема слишком громоздких крыльев весьма эффективно была решена за счет разделения площади крыла на две и более

консоли, установленные на разных уровнях. Конструктивно самолеты стали бипланами или трипланами. Самой распространенной конструкцией самолета был биплан с силовой установкой в носу, классическим хвостовым оперением, открытым кокпитом и неубираемым шасси (рис. 2).

Период 1930–1940 гг.

После разрушительной Первой мировой войны, принесшей тем не менее много научных и технологических открытий, развитие авиационной промышленности немного замедлилось, но не остановилось [7]. Так, прогресс в области двигателестроения позволил создавать все более мощные и легкие моторы для разнообразных проектов самолетов.

На данном этапе характеристики моторов достигли высоких значений, а потому все большую роль начало играть сопротивление, создаваемое воздухом на скоростях свыше 200–250 км/ч.



Рис. 2. Британский биплан ПМВ Sopwith

Перечислим параметры, влияющие на силу сопротивления воздуха:

$$P_B = \frac{c_x \rho_B F v^2}{2}$$

P_B – сила сопротивления воздуха

c_x – коэффициент обтекаемости

ρ_B – плотность воздуха

F – лобовая площадь

v – скорость

Таким образом, главными параметрами силы сопротивления воздуха являются лобовая площадь крыла, коэффициент обтекаемости и скорость. Для увеличения крейсерских скоростей самолетов было необходимо улучшение аэродинамики крыла. Конструкторы все чаще признавали, что на высоких скоростях эффективность монопланов выше, чем би- и трипланов. Однако бипланы создавались и совершенствовались, составляя основу авиации вплоть до начала Второй мировой войны.

Развитие аэродинамики бипланов заключалось:

- В улучшении аэродинамического качества поверхности консолей для снижения коэффициента обтекаемости.
- Уменьшении толщины консолей с

сохранением прочностных характеристик за счет новых методик обработки древесины. Увеличении подъемной силы крыла за счет отклонения части задней кромки крыла (закрылков). Кроме того, появилась возможность регулировать подъемную силу с помощью элеронов.

Наиболее простым способом создания моноплана была переконвертация биплана, в ходе которой демонтировалась верхняя консоль крыла, а нижняя усиливалась. Примером такого преобразования является И-16 (рис. 4), который перенял от своего предшественника И-15 (рис. 3) фюзеляж, радиальный тип двигателя, хвостовое оперение, органы управления, шасси. Изменения затронули центроплан и консоли крыла: площадь крыла была увеличена, оно также было усилено и утолщено.

Крылья первых монопланов и их предшественников бипланов отличались. Если самой распространенной формой крыла у бипланов была прямоугольная с плавным срезом по краям законцовок, то для первых монопланов чаще всего использовалась форма прямоугольной трапеции: заметную стреловидность имела задняя кромка, а не передняя, законцовки крыльев были закруглены. Такая форма обеспечивала оптимальные летные характеристики на скоростях от 250–400 км/ч.



Рис. 3. И-15. Серийный биплан СССР

Эпоха Второй мировой войны

Вторая мировая война дала новый толчок к развитию всех отраслей промышленности и, в частности, авиации. Двигателестроение достигло таких успехов, что уже к концу 40-х годов стали появляться самолеты, крейсерская скорость которых была примерно равна 400 км/ч, что в 2 раза превышает скорость бипланов, царивших в небе последние годы [8].

Развитие авиации сопровождалось расширением спектра задач, для решения которых использовались самолеты. В связи с этим начали появляться различные виды летательных аппаратов, соответствующие специфическим для них требованиям [9].

Морская авиация

Во время Второй мировой войны стала широко применяться морская авиация, нередко базировавшаяся не на суше, а на специализированных авианосцах – морских судах, выполняющих роль взлетно-посадочной полосы (ВПП). Особенностью авианосцев является малая длина ВПП, что делает необходимым быстрое торможение и отрыв от

поверхности за малый разбег. Для создания самолетов с низкой взлетно-посадочной скоростью понадобилось совершенствование механизации крыла и закрылков (рис. 5).

Вооружение

Бомбы – очень эффективное средство поражения как живой силы противника, так и техники, поэтому во время Второй мировой войны появилась идея точного бомбометания [10]. Для повышения точности необходимо было увеличить угол пикирования, однако вследствие этого повышалась скорость самолета, что могло привести к утяжелению тяг органов управления самолета или флаттеру планера. Итак, создание самолетов-бомбардировщиков требовало изменения конструкции крыла. Было решено использовать аэродинамические щитки (рис. 6), которые при активации значительно увеличивают фронтальную площадь самолета, приводя к росту сопротивления и замедляя самолет. Так был придуман воздушный тормоз, который в будущем станет обязательным атрибутом каждого самолета реактивной эры.



Рис. 4. И-16



Рис. 5. SB2C «Helldiver»

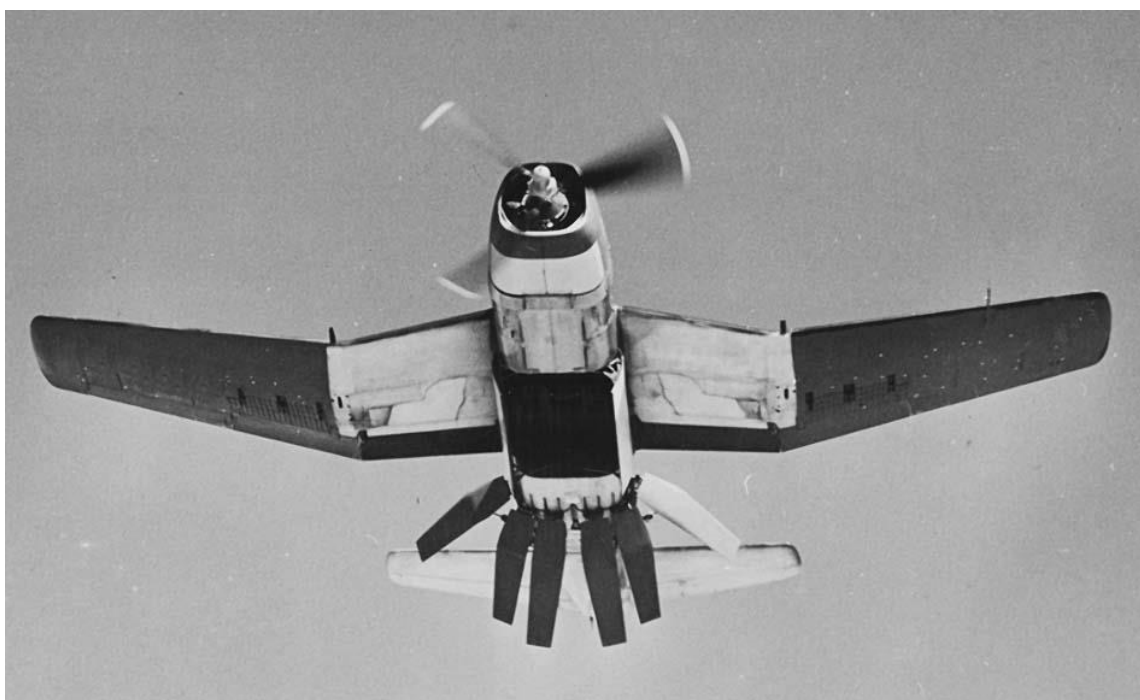


Рис. 6. BTD-1 «Destroyer» с выпущенным воздушным тормозом

В большинстве случаев вооружение подвешивалось на самолет с помощью пилонов (рис. 7), на которые крепились бомбы, ракеты, специальные гондолы или аэродинамические обтекатели, в которые можно было загрузить топливо или пулеметно-пушечное

вооружение. Такой способ крепления делал воздушный поток неравномерным и ухудшал аэродинамические свойства крыла, поэтому использовался в основном для самолетов, в задачи которых не входило ведение активного воздушного боя.



Рис. 7. P-47 «Thunderbolt» с подвесным ракетно-бомбовым вооружением

Эксперименты

Во время войны конструкторы активно экспериментировали (рис. 8) с компоновкой самолетов. Так были опробованы схемы бесхвосток, в которых функции горизонтального и вертикального хвостовых стабилизаторов компенсировались за счет механизации крыла; самолеты схемы «утка» с заменой традиционного переднего расположения двигателя на заднее; схемы, в которых элеронам приходили на смену специальные аэродинамические щитки, по принципу работы напоминавшие воздушный тормоз и многое другое.

Внешний вид самолетов

Внешний вид самолетов Второй мировой войны зависел прежде всего от принадлежности к определенному классу.

- Истребители.

Истребители зачастую имели вид прямоугольной трапеции. Передняя кромка была либо прямой, либо располагалась под незначительным углом, при этом чем выше была крейсерская скорость самолета, тем сильнее была выражена стреловидность передней кромки. Задняя кромка находилась под значительным углом, законцовки самолета были либо прямыми, либо закругленными, что зависело от особенностей отдельной модели.

Механизация истребителей была максимально простой: использовались элероны, закрылки, иногда предкрылки (рис. 9). Главной задачей истребителей было ведение воздушного боя с самолетами противника, поэтому аппараты различных классов (например, «морской» или «перехватчик») не сильно отличались друг от друга.

- Штурмовики и легкие бомбардировщики.

Форма крыла штурмовиков, легких бомбардировщиков и истребителей была сходной, однако у первых двух крыло было значительно больше, имело развитую механизацию, в частности, в некоторых случаях воздушный тормоз. Данные особенности связаны с массой и рабочими скоростями этого типа самолетов.

- Тяжелые бомбардировщики.

Задачей тяжелых бомбардировщиков было перенести как можно большую бомбовую нагрузку на как можно большее расстояние, поэтому необходимо было увеличение подъемной силы крыла. Форма крыла тяжелых бомбардировщиков зачастую совпадала с формой у других представителей авиации, однако его размеры были огромны. Механизация крыла обычно была представлена только элеронами и закрылками.



Рис. 8. Самолет конструкции «летающее крыло» и P-61, в котором применялись аэродинамические щитки вместо элеронов



Рис. 9. P-51. Типичный истребитель середины 50-х годов

Выводы

Итак, развитие аэродинамики крыла происходило одновременно с наращиванием мощностей силовых установок. Эти процессы были связаны с появлением специфических требований, предъявляемых к характеристикам самолетов. Исследование закономерностей развития авиационной отрасли

показывает, что при разработке крыла необходимо учитывать огромное количество факторов, главным из которых является функциональность самолета.

Изучение истории самолетостроения может быть полезным при выборе оптимального комплекса изменений, совершенствующих конструкцию летательных аппаратов.

Список источников

1. Уоллэйс Роберт. Мир Леонардо. 1452–1519: монография. М. Карасевой. М.: ТЕРРА, 1997. 192 с.
2. Спицин В.Д. О воздухоплавании при помощи аппаратов тяжелейших воздуха // Воздухоплавание за 100 лет (1783–1883). СПб.: тип. Ф. Михеева, 1884. С. 19–23.
3. Горощенова О.А., Корытов Ф.А. История создания и модернизации самолетов семейства Airbus A320 // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. № 1. С. 84–91.
4. Дузь П.Д. История воздухоплавания и авиации в России. М.: «Машиностроение», 1981. 272 с.
5. Green W. Warplanes of the second world war. Vol. 5. Flying boats, Macdonald (1962), p. 131. (16.07.2022).
6. Administrator. Авиация и воздухоплавание Первой мировой войны. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.retroplan.ru/> (25.08.2022).
7. Авдеенко П.Г. Советское самолетостроение в годы первых пятилеток (1929–1940 гг.) // Военно-исторический журнал. 1974. № 7. С. 84–89.
8. Зайцев А.В., Горощенова О.А. История создания и эксплуатации американского самолета «Дуглас» (douglas commercial) // Молодежный вестник ИрГТУ. 2012. № 1.
9. Золотарев В.А., Зверев Б.И., Орлов А.С. Великая Отечественная война 1941–1945. Военно-исторические очерки. Кн. 1. Суровые испытания М.: Наука, 1998. 420 с.
10. Золотарев В.А., Шломин В.С. Как создавалась военно-морская мощь Советского Союза. М.: СПб.: АСТ, 2004. 564 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Корытов Федор Андреевич,
студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
igrovoy.akkaunt.KFA@mail.ru

Fedor A. Korytov,
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
igrovoy.akkaunt.KFA@mail.ru

Горощенова Ольга Анатольевна,
к.и.н., доцент,
кафедра истории и философии,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
goroshionov@mail.ru

Olga A. Goroshchenova,
Cand. Sci. (History),
Associate Professor of History and Philosophy
Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
goroshionov@mail.ru

УДК 94(57)

Музейная работа деятелей искусства и коллекционеров в процессе сохранения художественного наследия Иркутской губернии на рубеже XIX – XX вв.

© В.В. Ткачев

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Исследование восстанавливает историю музейной работы деятелей искусства и коллекционеров Иркутской губернии в процессе проведения художественных мероприятий, которые были направлены на представление ведущих отечественных живописных школ на рубеже XIX – XX вв. Изучается и объясняется то, как предметы искусства постепенно становились частью повседневной жизни горожан дореволюционного периода. В результате восстановления исторических событий было отмечено, что в изучаемый период активно велась переписка между художниками и коллекционерами о взаимодействии в процессе организации художественных мероприятий, создания собраний живописи, графики, скульптуры. Рукописное наследие свидетелей художественных событий в Иркутской губернии даёт возможность изучить жизнь и деятельность представителей художественной интеллигенции, понять то, как жители городов взаимодействовали, участвовали в работе общественных объединений, представляли и понимали предметы искусства. Документы описывают то, как живописные полотна переходили от создателей к владельцам домов. Исследование подтвердило, что произведения мастеров размещались в усадьбах, общественных и административных строениях, учебных заведениях. В результате восстановления художественных событий, представилось возможным понять как разные представители городской общности: купечество, художники, учёные и педагоги принимали участие в важных мероприятиях. В архивах Иркутска выявлены исторические документы, которые подтверждают работу интеллектуалов в городах по приобщению жителей к отечественному искусству.

Ключевые слова: история Сибири, городская культура, художественная жизнь, художественные выставки, художественная интеллигенция

Museum work of artists and collectors in the process of preserving the artistic heritage of the Irkutsk province at the turn of the 19th–20th centuries

© Vitaliy V. Tkachev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The study restores the history of the museum work of artists and collectors of the Irkutsk province in the process of holding artistic events that were aimed at representing the leading domestic painting schools at the turn of the 19th and 20th centuries. It studies and explains how art objects gradually became part of the daily life of the citizens of the pre-revolutionary period. As a result of the restoration of historical events, it was noted that during the period under study there was an active correspondence between artists and collectors about interaction in the process of organizing art events, creating collections of paintings, graphics, and sculpture. The handwritten heritage of witnesses of artistic events in the Irkutsk province makes it possible to study the life and work of representatives of the artistic intelligentsia, to understand how city residents interacted, participated in the work of public associations, represented and understood art objects. The documents describe how the paintings passed from the creators to the owners of the houses. The study confirmed that the works of the masters were placed in estates, public and administrative buildings, and educational institutions. As a result of the restoration of artistic events, it was possible to understand how different representatives of the urban community: merchants, artists, scientists and teachers took part in important events. Historical documents have been found in the archives of Irkutsk, which confirm the work of intellectuals in cities to familiarize residents with Russian art.

Keywords: history of Siberia, urban culture, artistic life, art exhibitions, artistic intelligentsia

Становление музеев и организация музейного пространства является одним из важных условий в развитии культуры городов, в процессе поднятия интереса общественности к

проблемам развития региона. Как известно, на рубеже XIX–XX вв. проводились разнообразные исследования по сбору и сохранению материалов о природных, культурных

богатства территорий в окрестностях Байкала, Иркутской губернии. Пополнялись библиотеки и рукописные собрания изобразительными документами, которые создавали в период экспедиционной и музейной работы художники. Роль мастеров в создании коллекций, описании и их изучении важна для современного учёного, так как их заметки определяют традиционную культуру, как важнейшее составляющее всего государства. Живописные полотна, эскизы, рисунки, создаваемые художниками, которых включали в состав продолжительных научных экспедиций в труднодоступные объекты, населённые пункты, представляли территории, которые на настоящий момент не были подробно изучены. Так благодаря их деятельности, создавались уникальные собрания, которые описывали процесс организации исследований региональными общественными и научными объединениями. О новых открытиях и результатах писали сами участники не только в своих письмах, воспоминаниях, но и в периодической печати. Горожане постепенно знакомились с тем, что сообщество сибирских учёных, совместно с творческими объединениями, проводили выставки, читали общедоступные лекции. Сохранившиеся рукописные и изобразительные материалы дают возможность изучить труды известных представителей общест­венности. Обращаясь в сибирские архивы, которые объясняют принципы построения музейной работы деятелями искусства и коллекционерами в процессе сохранения художественного наследия Иркутской губернии.

В современном обществе необходимо знать историю развития городской культуры Сибири, так как через изучение процессов прошлого, в которых принимала участие общественность, поможет понять интересы жителей в социальной, культурной, политической сферах. В этом случае особую ценность представляют работы, направленные на раскрытие сюжетов, связанных с жизнью и деятельностью коллекционеров, деятелей культуры, науки и искусства.

В изучаемый период произведения мастеров становятся частью повседневной жизни горожан Байкальской Сибири. В домах жителей появляются уникальные и редкие живописные полотна, предметы декоративно-

прикладного искусства, скульптура, которые занимают особое место в интерьерах. Общение с разными представителями интеллигенции (учёными, художниками и педагогами) расширяло знания владельцев домов о том, как создавать и обустраивать своё собственное пространство. Так использовались общие принципы организации помещений, отдельных комнат, где предметы искусства гармонично сочетались с другими вещами и материалами. Многие гости, посещая мероприятия, которые проводились в частных домах, обращали внимание на пейзажи, раскрывающие богатства сибирской природы, портреты членов семьи. Галерея из небольшого количества работ давала представление об интересах хозяина дома к отечественному или мировому художественному наследию.

Цель данного исследования состоит в том, чтобы рассмотреть музейную работу деятелей искусства и коллекционеров в процессе сохранения художественного наследия Иркутской губернии, в результате которого живописные произведения мастеров постепенно становились частью повседневной жизни горожан Иркутской губернии на рубеже XIX – XX вв.

В исследовании анализируются материалы фонда Восточно-Сибирского отдела Императорского Русского географического общества (ВСОИРГО), которые сохранились в собрании Государственного архива Иркутской области и личные дела художников, коллекционеров, творческих организаций по истории музейного дела в городе и губернии из архива художественного музея в Иркутске.

Историю культуры городов Иркутской губернии на рубеже XIX – XX вв. изучали многие исследователи. В сибирской историографии известны статьи и монографии А. Д. Фатьянова, Ю.П. Лыхина, Т.В. Паликовой, О.В. Ушаковой, Е.С. Манзыревой, Б. С. Шостаковича, Л.Н. Снытко и других [1, с. 20–26; 2, с. 15–18]. Особенности формирования сибирского купечества рассматриваются в работах В.П. Шахерова, Н.И. Гавриловой, Е. В. Комлевой и многих других [3, с. 31; 4, с. 25; 5; 6, с. 75–77].

Большинство опубликованных за последнее время работ о коллекционерах, художниках, собраниях предметов искусства, которые входят в состав крупных музеев Иркутской области, используются в настоящем, так как большинство

документов об исторических событиях дореволюционного периода исследователями были введены впервые в современный период. Так статьи и монографии Л.М. Колесник, Т.Л. Пушкиной, В.В. Свинина, Е.С. Манзыревой, Т.Г. Ларевой дают представление о том, как создавались первые музеи, пополнялись коллекции новыми предметами, формировалась художественная жизнь в городах Байкальского региона [7; 8; 9, с. 31]. Большая часть работ известного искусствоведа, историка

А.Д. Фатьянова была посвящена сбору и анализу документов о том, как произведения искусства поступали в фонды художественного музея Иркутска, выявлению особенностей участия мастеров в научных исследованиях, многочисленных экспедициях по изучению культурных и природных богатств, истории народов Байкальской Сибири, определение мест сосредоточения уникальных явлений и событий. Также автор прослеживал судьбы воспитанников Академии Художеств, изучал живописные полотна, которые были представлены на общедоступных выставках в художественном музее разными творческими организациями по инициативе сибирских мастеров [10, с. 10–12; 11, с. 26].

Стоит отметить, что особенности создания живописных собраний, музейной работы деятелей искусства и коллекционеров Иркутской губернии в начале XX в. были выделены в статьях и монографиях иркутского историка Ю.П. Лыхина [12, с. 15–17]. Значение данных работ заключается в том, что им были опубликованы исторические источники о жизни и деятельности мастеров, которые активно участвовали в работе научных организаций. Были выявлены воспоминания, которые передают впечатления о том, как художественная интеллигенция, в том числе и творческие коллективы, объединения коллекционеров, общались и узнавали много нового о деятельности других, о процессе сохранения наследия. Проблемы музейной работы, историю появления предметов в музеях и создания художниками произведений искусства продолжает разбирать настоящий автор [13].

Музеи в Иркутской губернии всегда были центрами научной, культурной, художественной жизни городов. Исторические документы сообщают современным исследователям о

том, что в данных учреждениях организовывались экспедиции в отдалённые территории Азиатской России: в Монголию, Китай, по Сибири. Также создавались выставочные павильоны, проводились открытые лекции и тематические встречи с учёными, мастерами. В событиях участвовали как специалисты определённого научного направления (этнографы, историки, геологи), так и начинающие учёные, которые не определились с отраслью знания, сибирская интеллигенция [14, с. 19; 15, с. 47]. Как живой организм, учреждения постоянно развивались, изменялись подходы музейной работы, создавались новые коллекции и экспозиции. В качестве примера можно привести работу таких центров как музей в Иркутске Сибирского отдела Императорского русского географического общества, Иркутская картинная галерея и многие другие. Организации расширяли и пополняли свои собрания, выявляли новые предметы в процессе научных экспедиций, приобретали у других коллекционеров на выставках и т. д. Также состав рабочего коллектива постепенно пополнялся ведущими учёными, педагогами, общественными деятелями, коллекционерами, художниками. Достаточно вспомнить деятельность Г.Н. Потанина, В.А. Комаровского, А.П. Богословского, В.П. Сукачева и многих других, которые не только предлагали свои идеи, но и эффективно реализовывали их в целях культурного развития сибирского общества.

В создании музеев участвовала общественность, которую представляли известные коллекционеры и деятели искусства. Собиратели редких и ценных предметов участвовали в составлении проектов будущих учреждений, формировании фондов и оформлении экспозиций, выставок. Многие обращали своё внимание на то, чтобы музеи и галереи становились центрами научной и культурной жизни, поэтому их работа была направлена на разработку новых форм взаимодействия с посетителями через лекции, экскурсии, тематические встречи. В результате организации диалога с учёными отмечалось важность музеев в просвещении и приобщении жителей к отечественному и мировому художественному наследию. Так Владимир Платонович Сукачев писал Всеволоду Ивановичу Вагину в письме от 30 июля 1900 г.: «Большое спасибо за

доброе слово по поводу моего предложения устроить в Иркутске картинную галерею. Многие и очень многие, даже из интеллигентов, смотрят на это как на пустую затею. Школу, говорят, нам дайте, образованных техников, а образование вкусов, любовь к искусству – без этого ещё долго можно обойтись; русские живописцы в галерее будут представлены в оригинальных произведениях, в хороших копиях, гравюрах и фотографиях с наилучших их произведений... В настоящее время изготовленные по моему заказу копии разбросаны по частным квартирам или в тех случаях, когда размеры их слишком велики – остаются в галереях. Настало время собрать их воедино. С этой целью осенью этого года я намерен объявить при Обществе петербургских художников конкурс на постройку специального здания. Место я наметил на Тихвинской улице на углу Трапезниковского переулка, там, где была аптека Шульца, а потом дом Котельникова»¹.

Приведём другой пример, когда по инициативе общественности и власти создавался музей, как научный центр. 17(29) ноября 1851 г. в Иркутске объединяются общественные силы в одной организации – Сибирского отдела Императорского русского географического общества, которая начинала проводить комплексную собирательскую и исследовательскую работу. Первое время существования музея при отделении, после открытия нового каменного здания, возможно определить как продуктивным, так как на этом этапе поступило большое количество ценного и редкого материала. Так в результате составления плана по комплексному формированию фондов членами сообщества к 1889 г. музей приобрёл 9048 новых экспонатов. Постепенно налаживалась и научно-популярная деятельность отдела и музея [4]. Устраивались воскресные лекции, на которые пояснялось содержание коллекций. Лекторами выступали такие известные ученые как В.И. Подгорбунский, Д.П. Першин, Н.И. Попов, А.И. Кириллов, Н.П. Левин, Д.А. Клеменц и многие другие. В результате активной работы было создано собрание, которое подробно представило историю Байкальского региона от древности до

настоящего времени. Также коллекция послужила основой для проведения сибирскими учёными более глубоких исследований по географии, биологии, геологии, этнографии, культуре отдельных территорий. Результаты данной работы публиковались в местных изданиях как научного, так научно-популярного формата².

Как заметил и отразил впечатления в своих записях Н.М. Ядринцев: «Интерес к науке, пробуждающийся в обществе, есть первый признак сознательно-культурной жизни. Такое пробуждение в сибирском обществе началось недавно. Признаки его появления выразились, однако, не в главных торгово-промышленных и административных центрах, не в больших городах, хотя эти города и обладают многими образовательными учреждениями и даже учеными обществами»³.

Позднее Николай Михайлович обратил внимание на то, что общественность стремилась открывать новые культурные центры, такие как музеи. Повышенный интерес к истории региона, значимость происходящих событий он объяснил: «Создание таких учреждений, как местные музеи, должно иметь питание и ростки в самом обществе, они должны объединять и учить людей; это не одни кладовые для ученых специалистов. Эти научные склады имеют свое научное значение. Закинутый на окраины ученый, скиталец-путешественник, не имеющий пристанища, угла, знакомых, найдет, правда, здесь свой очаг, нечто близкое, облюбленное, и местные коллекции дадут ему возможность ориентироваться, познакомиться с тем, что есть в стране, и направить исследования куда нужно, но общеобразовательное значение таких музеев еще большее.

Они соединяют общество и образованных людей, они пробуждают любознательность в массе, вот почему они должны быть публичными; они дают научный материал, живую иллюстрацию, пособие тем, кто желает учиться не на скамье, а в жизни, в обществе, во всяком возрасте, для того и другого пола; они указывают обществу высший научный интерес, отвлекая это общество от дрязг, обыденных

¹Архив Иркутского областного художественного музея им. В. П. Сукачева (Архив ИОХМ). Дело по истории Иркутского художественного музея. Л. 9.

²Государственный архив Иркутской области (ГАИО). Ф. 293. Оп. 1. Д. 162. Л. 4.

³Архив ИОХМ. Личное дело Б.И. Лебединского. Л. 8.

мелочен, в которых засаждается, тухнет проблеск человеческой мысли и лучших стремлений. Они напоминают, что есть у человека в жизни нечто такое, что объединяет. всех, привлекает и соединяет более чем промышленные и торговые дела, даже собрания во имя удовольствий и наслаждений. Они соединяют людей бескорыстно во имя идеи, облагораживающей натуру и создающей высшую цель жизни. Они заставляют чувствовать на минуту, что есть в жизни что-то высшее, благородное, чем обыденные житейские стремления и страсти, объединяющее все человечество, дающее ему полет и вечное существование духа» [16, с. 125–142].

В создании музеев участвовала общественность, которую представляли известные коллекционеры. Собиратели редких и ценных предметов участвовали в составлении проектов будущих учреждений, формировании фондов и оформлении экспозиций, выставок. Многие обращали внимание на то, чтобы музеи и галереи становились центрами научной и культурной жизни, поэтому их работа была направлена на разработку новых форм взаимодействия с посетителями через лекции, экскурсии, тематические встречи. В результате организации диалога с учёными отмечалась важность музеев в просвещении и приобщении жителей к отечественному и мировому художественному наследию.

Дроздов И.Н. работал в области изучения духовенства в губернии, подготовил доклад на тему: «Из быта сибирского духовенства начала XVIII века». Магистр богословия собирал редкие материалы об искусстве в Сибири, обустройстве, убранстве первых православных храмов, повседневности духовенства и о многом другом. И.Н. Дроздов, на основании выявленных в архивах документов, представил подробную историю борьбы между известным в своё время архимандритом иркутского Вознесенского монастыря Антонием Платковским и провинциал-инквизитором иеродиаконом Иевлевым, завершившийся расстрижением последнего. В дальнейшем И.Н. Дроздов подготовил доклад по теме: «О жизни и нравах местного духовенства и общества в

Камчатке конца XVIII века». Исследователь, используя исторические источники иркутской духовной консистории, создал образ сложившихся своеобразных нравов захолустного камчатского духовенства данного периода, которые напомнили общественности сюжеты из жизни русского духовенства XVI в., которые обсуждались на Стоглавом соборе. И.Н. Дроздов отметил, что в архивах находится большое количество исторического материала, который необходимо сохранить и продолжать изучать научным сообществом.

Стоит отметить, что И.Н. Дроздов во второй половине XIX в. активно принимал участие во многих художественных мероприятиях, которые организовывались учебными заведениями, общественными, научными и творческими объединениями разной направленности. Так он участвовал в учебном процессе при рисовальной школы в Иркутске, проводил занятия, устраивал выставки и читал открытые лекции по истории искусства. Все имеющиеся исторические материалы историк использовал в процессе подготовки и проведения лекционных занятий, что являлось особенностью⁴.

Первое время существования музея при ВСОИРГО, после открытия нового каменного здания, возможно определить как продуктивным, так как на этом этапе поступило большое количество ценного и редкого материала. О работе коллекционеров по созданию собраний сохранились записи, которые находятся в архивах Иркутска. Исторические документы сообщают подробные сведения: «Обращаюсь к Иркутскому музею при Восточно-Сибирском Отделе Императорского Русского Географического Общества. Отдел этот, как старейший, учреждённый в 1851 г., снаряжавший много экспедиций и принимавший многих путешественников, мог собрать самые богатые научные коллекции. К сожалению, музей отдела несколько лет назад был жертвою пожара, нанесшего всему городу огромные бедствия. В настоящее время музей обновлён; из старых коллекций сохранились весьма немногие предметы. Иркутский отдел занимает собственный дом, зал его украшен красивыми и

⁴Государственный архив Иркутской области (ГАИО). Ф. 293. Оп. 1. Д. 2. Л. 13.

большими витринами, в которых расположены преимущественно этнографические коллекции. Всех коллекций по последнему отчёту было 41, а численность предметов доходила до 4107. В нынешнем 1886 году коллекции обогатились на 1045 предметов, большинство предметов выпало на зоологические (556) и палеонтологические коллекции (273 предмета), по археологии внесено всего 22 предмета»⁵.

Так в результате составления плана по комплексному формированию фондов членами сообщества к 1889 г. музей приобрёл 9048 новых экспонатов. Постепенно налаживалась и научно-популярная деятельность отдела и музея. Устраивались воскресные лекции, на которые пояснялось содержание коллекций. Лекторами выступали такие известные ученые как В.И. Подгорбунский, Д.П. Першин, Н.И. Попов, А.И. Кириллов, Н.П. Левин, Д.А. Клеменц и многие другие. В результате активной работы было создано собрание, которое подробно представило историю Байкальского региона от древности до настоящего времени. Также коллекция послужила основой для проведения сибирскими учёными более глубоких исследований по географии, биологии, геологии, этнографии, культуре отдельных территорий. Результаты данной работы публиковались в местных изданиях как научного, так научно-популярного формата.

Стоит отметить, что в работе музеев участвовало и иркутское купечество, которое приобретало для фондов, экспозиций, выставок новые предметы, оборудования, выделяло и направляло большие средства для поддержания учреждений. Также жители могли увидеть на мероприятиях предметы искусства из коллекций А.М. Сибирякова, В.П. Сукачева, М.Д. Бутина и многих других. Стоит отметить, что в купеческих собраниях сохранились уникальные материалы, которые высоко оценивались экспертами, учёными, музейными специалистами. Так в коллекции В.П. Сукачева находились полотна отечественных (демократического направления) и немецких художников: В. Векса, А. Тамма, француза Н. Пуссена, австрийца А. Ригера, итальянца Амиратто и многих других представителей

западноевропейских направлений в живописи. В.П. Сукачев привозил не только оригиналы, но и копии работ мастеров, что тоже являлось для региона уникальным событием. В коллекции М.Д. Бутина, который представлял свои тематические разделы на выставках в разных городах Российской империи, Европы, для жителей Сибири, находилось большое собрание живописи, скульптуры, книг (библиотека насчитывала 25 – 30 тысяч томов), минералов, монет. В коллекцию поступали художественные произведения известных на данный период сибирских мастеров. Так посетители могли познакомиться с живописными полотнами С. Е. Вронского и П. Н. Рязанцева, которые отображали природные и культурные богатства Сибири, предметами декоративно-прикладного искусства Китая (вазы, курительницы, скульптуры, фарфоровые изделия и другие), мраморными копиями образцов греческой и римской скульптуры, копиями картин Т.А. Неффе, Б.Э. Мурильо, А.А. Корреджо, портретами Марии Александровны Бутиной кисти художника Н.Е. Маковского, портрет Петра I и т. д. На стене одной из комнат можно было увидеть огромный витраж «Архангел Михаил поражает дьявола» работы Мюнхенской мастерской (1857 г.) [17, с. 22].

Уникальность интерьера и особое отношение к произведениям искусства Михаила Дмитриевича отмечал Джон Кеннан: «Кто бы ожидал увидеть в глуши Восточной Сибири такой богатый дом с паркетными полами, шелковыми занавесками, дорогими обоями, с мягкими персидскими коврами, позолоченной мебелью, крытую атласом, старыми фламандскими картинами, галерей фамильных портретов, с оранжереей... Редко встречал подобное соединение пышности с тонким вкусом»⁶.

Таким образом на рубеже XIX – XX вв. происходил процесс приобщения жителей городов к художественному наследию Иркутской губернии. Предметы искусства становятся частью повседневной жизни горожан. Во многих домах можно было встретить как большие, так и незначительные собрания живописи, графики, скульптуры, которые общественностью представлялись как культурные центры. В

⁵ГАИО. Ф. 293. Оп. 1. Д. 13. Л. 9.

⁶ГАИО. Ф. 293. Оп. 1. Д. 603. Л. 8.

процессе взаимодействия коллекционеров и деятелей искусства создавались благоприятные условия для того, чтобы организовывать музейное, художественное пространство, где появлялась возможность знакомить жителей с разными направлениями в продвижении своих тем, формировании образов, творчеством мастеров, отечественными живописными школами. В результате активной работы иркутского купечества создавались общедоступные музеи, галереи, библиотеки. По воспоминаниям гостей домов в собраниях можно

было встретить произведения мирового и отечественного искусства, что подтверждает развитие широкого интереса купечества к творчеству художников, художественному наследию. Исторические документы архивов Иркутска, которые восстанавливают процесс вхождения предметов искусства в повседневную жизнь горожан, необходимо сохранять и изучать, так как данные материалы раскрывают подробно работу коллекционеров, мастеров по созданию музеев и галерей в регионе.

Список источников

1. Сысоева Н. С. Судьба моя – Иркутск: к 360-летию города Иркутска: альбом-каталог. Иркутск: ИРО ВТОО «Союз художников России»: ИОХМ им. В. П. Сукачева, 2021. 341 с.
2. Дамешек Л. М. Иркутский край. Четыре века: история Иркутской губернии (области) XVII–XXI вв. Иркутск: ВостСибкнига, 2012. 797 с.
3. Комлева Е. В. Сибирское купечество: вклад в хозяйственное освоение и изучение Северо-Восточной Евразии (конец XVIII – XIX в.). Новосибирск: Параллель, 2018. 398 с.
4. Шахеров В. П. Иркутск купеческий: история города в лицах и судьбах. Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости», 2006. 176 с.
5. Шахеров В. П. Исторический опыт участия Иркутского купечества в эффективном развитии сибирской экономики XIX в. // Сибиряковские чтения: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 210-летию со дня рождения Н. Н. Муравьева-Амурского и 170-летию со дня рождения А. М. Сибирякова. Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2020. С. 143–156.
6. Гаврилова Н. И. Купеческий род Сибиряковых: страницы истории. Иркутск: Оттиск, 2017. 151 с.
7. Колесник Л. М., Пушкина Т. Л., Свинин В. В. ВСОРГО и музейное дело в Иркутске // Известия Иркутского государственного университета. Серия «История». 2012. № 2 (3). Ч. 2. С. 44–56.
8. Манзырева Е. С. Развитие художественной культуры в городах Восточной Сибири (XIX – начало XX вв.) // Вестник Восточно-Сибирской государственной академии культуры и искусств. 2014. № 2 (7). С. 18–22.
9. Ларева Т. Г. Художники Иркутска: иллюстрированный альбом творчества художников. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1994. 414 с.
10. Фатьянов А. Д. Судьба сокровищ. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1967. 112 с.
11. Фатьянов А. Д. Художники, выставки, коллекционеры Иркутской губернии. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1995. 187 с.
12. Лыхин Ю. П. Художественная жизнь Иркутска (первая четверть XX в.): монография. Иркутск, 2002. 334 с.
13. Ткачев В. В. Возможности просветительской работы общественных организаций в процессе формирования у иркутян интересов в искусстве во второй половине XIX – начале XX вв. // Молодёжный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 3. С. 552–558. [Электронный ресурс]. URL: <http://мвестник.рф/journals/2022/03/articles/14> (02.12.2022).
14. Романов Н. С. Летопись города Иркутска за 1881–1901 гг. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1993. 542 с.
15. Романов Н. С. Летопись города Иркутска за 1902–1924 гг. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1994. 559 с.
16. Известия Восточно-Сибирского Отдела Русского Географического Общества / Обзор деятельности ВСОРГО за 75 лет. 1851-1926 гг.: юбилейный сборник. 1926. Т. 50/ Вып. 1./ Иркутск: изд-во «Власть Труда». 142 с.
17. Ушакова О. В. Михаил Дмитриевич Бутин – предприниматель и меценат Забайкалья (60-е гг. XIX – начало XX в.). Новосибирск: Новосибир. кн. изд-во, 2006. 300 с.

Информация об авторе / Information about the Author

Ткачев Виталий Викторович,
аспирант,
направление «Отечественная история»,
исторический факультет,
Иркутский государственный университет,
664074, г. Иркутск, ул. Чкалова, 2,
Российская Федерация,
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Vitaliy V. Tkachev,
Postgraduate Student of "Domestic History",
History Department,
Irkutsk State University,
2 Chkalov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Лингвистическая характеристика заголовков немецкого студенческого интернет-журнала FURIOS

© Г.А. Агеева, О.Д. Борисова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Изучение лингвистических средств, призванных воздействовать на человека, находится и будет находиться в центре внимания гуманитарных исследований. Целью данной работы является выявление и анализ наиболее частотных и эффективных фонетических и грамматических средств, реализующих заголовки студенческого интернет-журнала FURIOS, для привлечения внимания потенциальных читателей из молодежной среды. Для реализации поставленной цели применяются: дефиниционный анализ, наблюдение, описание, классификация фактического материала, интерпретация полученных данных. В интересах исследования привлекаются также лингвокультурологические данные, необходимые для выявления национальной специфики анализируемого материала. Сформулирована теоретическая база исследования, охарактеризована концепция студенческого интернет-журнала FURIOS; выявлена его целевая аудитория; проанализирован ряд фонетических и грамматических особенностей заголовков, призванных привлечь внимание потенциальных читателей. Было установлено, что исследуемый журнал позиционирует себя как независимое средство массовой информации без определенной политической ориентации, производится студентами Свободного университета Берлина для молодежной студенческой аудитории в возрасте от 18 до 25 лет и публикует материалы, призванные заинтересовать студентов. Одной из главных функций заголовков признается функция привлечения внимания читателей. Выявлены некоторые наиболее частотные и эффективные фонетические и грамматические средства, реализующие заголовки, для привлечения внимания молодежной аудитории.

Ключевые слова: студенческий интернет-журнал, концепция журнала, целевая аудитория, заголовок, функции заголовка

Linguistic features of headlines of German student online magazine FURIOS

© Galina A. Ageeva, Olga D. Borisova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The study of linguistic means designed to influence a person is and will be the focus of humanitarian research. The purpose of the paper is to identify and analyze the most frequent and effective phonetic and grammatical means of the headlines in a student online magazine FURIOS for attracting young people interest. In order to achieve this goal, the article uses definitional analysis, observation, description, classification of factual material, interpretation of the data obtained, as well as linguoculturological data necessary to identify the national specifics of the analyzed material. The article formulates the theoretical basis of the study, characterizes the concept of the student online magazine FURIOS, identifies its target audience, analyzes a number of phonetic and grammatical features of headings designed to attract the attention of potential readers. The article establishes that the studied journal positions itself as an independent media outlet without a certain political orientation. The journal is produced by students of the Free University of Berlin for a young student audience aged 18 to 25 years and publishes materials designed to interest students. One of the main functions of headings is the function of attracting the readers' attention. The article identifies some of the most frequent and effective phonetic and grammatical means that implement headlines to attract the attention of the youth audience.

Keywords: student online magazine; magazine concept; the target audience; headlines; headlines functions; phonetic features; syntactic features

Актуальность исследования. Изучение средств, способных прямо или опосредованно воздействовать на эмоциональную сферу человека, находится и будет находиться в центре внимания гуманитарных исследований. Заголовок является лингвокультурным

феноменом, призванным, в первую очередь, привлечь интерес потенциального читателя. В связи с этим в последнее время появилось большое количество работ, связанных с анализом разных аспектов заголовков, на материале различных языков и источников. Так,

например, исследуется лаконичность заголовков и грамматические средства ее достижения [1], интертекстуальные особенности заголовков [2; 3], особенности их лексического наполнения [4], средства создания экспрессии [5], стилистические и графические особенности заголовков [6] и многие другие.

В центре данного исследования находятся заголовки статей немецкого студенческого интернет-журнала FURIOS, которые и стали объектом анализа. Целью является выявление и анализ наиболее частотных и эффективных фонетических и грамматических средств, реализующих заголовки студенческого интернет-журнала FURIOS для привлечения внимания потенциальных читателей из молодежной среды.

Поставленная цель предполагает решение следующих задач:

- 1) определить исходные теоретические основы исследования;
- 2) охарактеризовать концепцию студенческого интернет-журнала FURIOS;
- 3) выявить его целевую аудиторию;
- 4) проанализировать ряд фонетических и грамматических особенностей заголовков немецкого интернет-журнала FURIOS, служащих привлечению внимания читателей.

Источником материала для анализа служит сайт немецкого интернет-журнала FURIOS, являющийся открытым источником информации¹.

Общее количество исследуемых заголовков составляет 200 единиц, 56 из которых представлены в настоящей работе в качестве иллюстративных примеров. Заголовки извлекались методом сплошной выборки из указанного источника материала.

Методы исследования. Для реализации поставленной цели используются: метод сплошной выборки (при работе с источниками примеров), дефиниционный анализ, наблюдение, описание, классификация фактического материала, интерпретация полученных данных. В интересах исследования привлекаются также лингвокультурологические данные, необходимые для выявления национальной специфики анализируемого материала.

Сформулируем исходные теоретические

посылки, релевантные для нашего исследования:

«Заголовок – уникальный тип текста, имеющий целый ряд функций, которые диктуют свою форму, содержание и структуру» [7].

Функции заголовка следующие:

1) номинативно-информативная (функция сообщения о факте; обеспечивается объективностью, документальностью, логичностью и аргументированностью изложения факта);

2) оценочная (выражается в оценочности, побудительности, предписании, прогнозе, выражении авторского отношения к излагаемой информации, изобразительности, образности);

3) рекламная (функция привлечения внимания читателя с тем, чтобы он прочитал материал). Данная функция является одной из главных в современной прессе;

4) эстетическая (функция, позволяющая отделить один текст от другого, выделить его из окружающего контекста и в то же время связать всю полосу в единое целое, осуществляется преимущественно графическими средствами) [8].

Кратко охарактеризуем концепцию исследуемого издания. FURIOS – это журнал студенческого кампуса Свободного университета Берлина (Studentisches Campusmagazin an der FU Berlin), основанный в 2008 году группой студентов, пожелавшей создать в университете независимое средство массовой информации с целью расширения медиапространства. Его первые выпуски получали субсидию на печать от ассоциации выпускников Свободного университета и Общества Эрнста Рейтера. С 2011 года журнал финансируется исключительно за счет рекламы. Все редакторы, фотографы, верстальщики, иллюстраторы и программисты FURIOS являются волонтерами. Печатная версия журнала издается один раз в семестр. Выпуски распространяются по всему университету, раздаются перед столовыми и на станциях метро Thielplatz и Dahlem Dorf.

Журнал имеет пять рубрик – политика (Politik), кампус (Campus), культура (Kultur), наука (Wissenschaft) и мнение (Meinung). В

¹FURIOS. [Электронный ресурс]. URL: <https://furios-campus.de/> (10.09.22).

статьях или информационных заметках авторы сообщают о событиях, происходящих в университете и за его пределами, рассказывая о том, что актуально сегодня для студентов Берлина и Германии. Журнал позиционирует себя как независимое средство массовой информации без определенной политической ориентации: «Wir sind ein vielseitiger Haufen von Leuten. Deshalb schreiben wir keiner*m unserer Redakteur*innen eine Meinung vor».

Журналист ориентируется, как правило, на свою целевую аудиторию, учитывая возраст, гендерный аспект, социальный класс и другие характеристики потенциальных читателей. Кратко проанализируем целевую аудиторию журнала FURIOS. Это прежде всего студенты Свободного университета Берлина. Согласно данным, опубликованным на сайте университета², их количество достигает 33000 человек. Доля студенток составляет 60 %. Большинство студентов от 21 до 25 лет, при этом небольшая доля в возрасте до 18 лет («несовершеннолетние» в юридическом смысле) неуклонно растет на протяжении более десяти лет.

Чтобы привлечь внимание читателя к публикации, используются всевозможные выразительные средства языка, в том числе фонетические. Одним из наиболее частотных и эффективных средств фонетической выразительности в заголовках исследуемого журнала, является аллитерация и ассонанс:

- (1) Die Lehre leidet.
- (2) Mensa: Da rollt der Rubel.
- (3) Reboot, Reunion, Remake.
- (4) Mut zur Wut.
- (5) Für alle und für Lau.
- (6) Wild West Webex.
- (7) Bakterien auf Barrikaden.
- (8) Aus für die Labormaus.
- (9) Mindestlohn lohnt sich nicht?

Кроме мелодичности, эти средства придают заголовкам особую ритмичность, которая достигается в том числе и за счет микропараллелизма на уровне фраз и рифмы, например, в заголовках (4), (5), (7), (8).

Остановимся на выявлении некоторых

грамматических особенностей заголовков журнала FURIOS.

В ряде работ утверждается, что заголовок, являясь «сгустком смысла», весьма редко реализуется полными двусоставными предложениями [9]. Однако в исследуемом журнале данные предложения не являются редкостью. Из проанализированных нами 200 заголовков 23 % представляют собой полные двусоставные предложения. Приведем ряд примеров:

(10) Die Menschen erholen sich nicht so schnell.

(11) In Zukunft müssen wir mit einer gewissen Grenzüberschreitung leben.

(12) Die Weltkarte hat uns die ganze Zeit belogen.

(13) Es gibt keine simple Erklärung.

(14) Ich würde nie einen IQ-Wert nennen.

В таких заголовках спокойно, аргументированно и объективно сообщается о факте, обеспечивается документальность и логичность.

Кроме полных двусоставных повествовательных предложений, заголовки реализуются полными вопросительными предложениями с вопросительными и без вопросительных слов:

(15) Hochschul-Inventur: Wo sind die Professorinnen?

(16) Wer bin ich?

(17) Wollen wir Freunde sein?

(18) Habt ihr mal zehn Cent für uns?

(19) Hast du mal kurz Zeit?

Такие заголовки немногочисленны, составляют лишь 7 % от общего числа. Но на фоне заголовков, выраженных другими средствами, они привлекают внимание читателя своей неспешностью, вовлекают его в рассуждения автора, предлагая найти ответ на поставленный вопрос в самом тексте.

Ряд заголовков анализируемого журнала реализуется неполными и эллиптическими повествовательными и вопросительными предложениями. В ходе исследования мы установили, что наиболее частый пример устранения глагола – это пропуск глагола 'sein' и его форм:

(20) Zalando: Für Kritik keine Zeit

²Freie Universität Berlin. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fu-berlin.de/sites/diversity/diversity->

dimensionen/lebensalter/index.html (10.09.22).

- (21) Ohne Freiheit keine Sicherheit
- (22) Geschichten aus dem Schweinedarm
- (23) Berlin – Stadt der Wissenschaftlerinnen?
- (24) Shakespeare: endlich interessant?
- (25) Friedliches WEB dank Algorithmus?
- (26) Ein professorales Präsidium?
- (27) Studieninhalte made in China?
- (28) Das Klimaziel fest im Blick?

В качестве заголовков нами зафиксированы случаи неполных вопросительных предложений. Полагаем, что такие заголовки имитируют эмоциональный, динамичный, диалогический характер разговорной речи молодежи: в заголовке формулируется вопрос, на который читатель мысленно дает ответ. В таких предложениях могут быть пропущены любые члены предложения:

- (29) Ausgeschlafen?
- (30) Keine Hilfe?
- (31) Weiße Weihnachten?
- (32) Hebammenwissenschaften?

Нами выявлен еще один тип заголовков-вопросов – общий вопрос с прямым порядком слов:

- (33) Das ist Literatur, Baby?
- (34) Exzellente Datenpanne – und wir sind schuld?
- (35) Die Uni von morgen ... gibt's bei GOOGLE?
- (36) Mindestlohn lohnt sich nicht?

По мнению Е.В. Дорджиевой [10], такие вопросы являются утвердительно-вопросительными, то есть представляют собой прагматически-маркированную структуру, стимулирующую положительный ответ. В этом типе структуры присутствует сема предположения вследствие прямого порядка слов. Р.С. Трохина отмечает, что прямой порядок слов в общем вопросе играет важную роль, т. к. делает его более содержательным, «ибо содержит элементы уверенности в получении положительного ответа» [11]. Признавая возможное наличие «элементов уверенности в получении положительного ответа» в других экстралингвистических условиях, не согласимся с подобными утверждениями в контексте данного исследования. По мнению авторов, структура заголовков призвана однозначно выражать авторское отношение к излагаемой информации, демонстрируя высокую степень удивления, несогласия, неодобрения фактов

или их оценки, о чем свидетельствует содержание статей с этими заголовками.

Анализ выборки примеров заголовков наглядно демонстрирует, что в исследуемом интернет-журнале представлены заголовки-именные группы. Рассмотрим состав именных групп:

Именные группы, связанные союзом und:
 (37) Untergang, Versprechungen und Utopien;
 (38) Vampire, Mehl und Feuerwehr; (39) Bildung, Brot und Spiele; (40) Wissenschaft und Kritik.

Именные группы с бессоюзной связью:
 (41) Reboot, Reunion, Remake; (42) Idee, Schere, Show: Mode macht Schule; (43) Stumme Piraten ganz laut.

Именные группы, распространенные слева: (44) Ein musikalischer Semesterabschluss; (45) Musikalischer Semesterausgang; (46) Urbaner Lesespaziergang; (47) Schwebende Fantasieblasen; (48) Sowjetische Marsmännchen.

Именные группы, распространенные справа: (49) Die Ruine der Künste; (50) Tanz in den Mai; (51) Hochschulpolitik in Rot-Grün-Gelb; (52) Regelstudienzeit plus minus eins.

Именные группы, распространенные слева и справа: (53) Die lange Nacht der Wissenschaften; (54) Die letzten Tage der SED; (55) Das stinkende Blumenwunder der FU.

Для обоснования наличия большого количества (29 %) заголовков-именных групп воспользуемся цитатой: «Четкий, экономичный, сжатый язык является необходимостью современного этапа социально-исторического развития. Сегодняшней необходимостью является язык, который может с наименьшими затратами передавать максимум информации. Одним из средств логического уплотнения высказывания является группа существительного, так как с ее помощью можно выразить содержание целых предложений» [12].

В заключение кратко проанализируем один из заголовков, вызвавших подлинный исследовательский интерес – (56) Danke für Nichts, Wissezeitvg! Данный заголовок лаконичен, состоит всего из четырех слов, но содержит, с одной стороны, огромный пласт лингвокультурологической информации и, с другой – представляет собой яркий и неповторимый пример сарказма. Аргументируем данный тезис.

В качестве обращения в заголовке используется аббревиатура *Wisszeitvg* – *Wissenschaftszeitvertragsgesetz* (официально принятая аббревиатура – *WissZeitVG*) – закон о заключении и времени действия трудовых договоров для научных сотрудников. Автор заголовка обращается «с благодарностью» к неодушевленному предмету – к закону. В стилистике такое явление известно как аверсия и представляет собой разновидность олицетворения [13]. Антитеза *Danke – für nichts* основана на намеренном контрастном противопоставлении прямо противоположных понятий. Местоимение *nichts* означает «*nicht etwas, kein Ding*» [14]. *Danke – Wort, das man benutzt, um seinen Dank auszudrücken* [15]. *Dank – Gefühl und Ausdruck der Anerkennung und moralischen Verpflichtung für ein Geschenk, eine Gefälligkeit, Wohltat, die man von jmdm. empfangen hat* [16]. Читатель, даже не знакомый с принятым законом, мгновенно «считывает» сарказм автора заголовка по поводу данного закона. Этот закон был принят в 2007 году с целью

урегулирования трудовых отношений в научной сфере. Он должен был положить конец временным контрактам в сфере науки и подтолкнуть работодателей к заключению с давно работающими сотрудниками постоянных договоров. Но в действительности принятие закона *WissZeitVG* привело к тому, что с сотрудниками, отработавшими в данном немецком вузе или научной организации на временном контракте 12 лет, работодатель не заключает постоянный договор, а расторгает его. Таким образом, ничего положительного в карьере научных работников не произошло.

Кроме проанализированных заголовков в журнале *FURIOS* нами зафиксированы интертекстуальные заголовки, заголовки, сжимающие информацию, жаргонные заголовки, заголовки, в которых используется *Denglish*, заголовки на английском языке, заголовки с использованием цифр, но, к сожалению, рамки статьи не позволяют описать все выявленные особенности. Это – дело ближайшего цикла статей.

Список источников

1. Верба М.А., Нечипорук Т.В. Средства создания экспрессии в заголовках в немецких журналах мод на основе стилистических фигур // Филологический аспект. 2021. № 3 (71). С. 47–52.
2. Дороднева Н.В., Попова А.Ф. Прецедентные тексты в заголовках глянцевого журналов (на примере англоязычного и русскоязычного журнала «*Cosmopolitan*») // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–17. С. 3875–3878.
3. Баклашова Т.А., Хусаинова А.А. Интертекст в заголовках статей англоязычных журналов (на примере журнала «*THE ECONOMIST*») // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2016. № 6-2 (60). С. 42–44.
4. Хатинова И.Р., Бобырева Н.Н. Особенности лексического наполнения заголовков научно-популярных текстов (на материале журнала «*SCIENCE*») // *Terra Linguae*: сб. научных статей. Казань, 2018. С. 149–153.
5. Верба М.А., Нечипорук Т.В. Лаконизм заголовков в немецких модных журналах посредством грамматических приемов // Филологический аспект. 2020. № 4 (60). С. 13–18.
6. Лазеева Н.В. Стилистические и графические особенности заголовков англоязычного журнала «*SEVENTEEN*» // Инновационная наука. 2017. Т. 2. № 3. С. 82–85.
7. Reah D. *The Language of Newspapers*. London, New York: Routledge, 2004. 121 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://books.google.ru/books?id=egydp6iXJjsC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (22.12.2022).
8. Верещинская Ю.В. Газетный заголовок в аспекте медиалингвистики // Вестник Московского государственного лингвистического университета. М.: МГЛУ, 2009. С. 126.
9. Горегляд Е.Н. Синтаксическая структура заголовка современной газетной статьи (на материале региональной печати) Русский язык: система и функционирование (к 70-летию филологического факультета): сб. материалов IV Междунар. науч. конф. (г. Минск, 5–6 мая 2009 г). Минск: РИВШ, 2009. Ч. 2. С. 108–111.
10. Дорджиева Е.В. Прагматический эффект общих вопросов с прямым порядком слов в английском языке // *Relevant theoretical and practical aspects of modern science of languages: Materials of the I international research and practice conference*. Изд-во: НОО «Профессиональная наука», 2016. С. 29–31.
11. Трохина Р.С. Структурно-функциональные характеристики общего вопроса в английском языке // *Романо-германская и славянская филология*. Минск: Изд-во БГУ, 1975. С. 123–126.
12. Муратова С.В. Номинальный стиль как отражение тенденций развития структуры современного немецкого языка // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике: материала X Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 18 декабря 2016 г.). Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. № 4 (10). С. 16.
13. Жеребило Т.В. Словарь лингвистических терминов. РЕФЛЕКСИЯ. Научно-исследовательский клуб «Парадигма». 2009. С. 19.

Информация об авторах / Information about the Authors

Агеева Галина Александровна,

к.ф.н., доцент,
кафедра иностранных языков № 2,
Институт лингвистики и межкультурной
коммуникации,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
galina.ageeva2707@gmail.com

Galina A. Ageyeva,

Cand. Sci. (Philology),
Associate Professor of Foreign Languages
Department No. 2,
Institute of Linguistics and Intercultural Communication,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
galina.ageeva2707@gmail.com

Борисова Ольга Дмитриевна,

студент,
Институт экономики, менеджмента и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Olichka27072004@gmail.com

Olga D. Borisova,

Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Olichka27072004@gmail.com

Вместо тысячи слов

© Е.В. Зыков, И.И. Апончук

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Интернет все больше проникает в нашу жизнь, влияет на многие вещи, в том числе и на язык. Нам все чаще приходится сталкиваться с незнакомыми ранее понятиями и явлениями. Статья нацелена на более близкое знакомство с таким явлением как мемы. Знакомы ли вам мемы? Многие привыкли считать, что мемы – просто смешные картинки и видео, однако это не совсем так. Понятие «мем» очень обширное и объединяет в себе множество других. Мем может становиться медиавирусом и получать «контроль» над желаниями потребителей. Мемы, вопреки ожиданиям, существовали еще до Интернета, но «рождались» и «умирали» сами по себе. Попав в Интернет, мемы получили возможность быстро распространяться и многократно дублироваться, в умелых руках такое явление может стать отличным маркетинговым инструментом. Порой случается так, что мемом становится то, что изначально задумывалось с совершенно иным предназначением. Разумеется мемы – это также смешные картинки и видео. В статье для разделения понятий они упоминаются как «интернет-мемы». Дополнительно рассматривается понятие «эратив», краткая история его появления, связь с интернет-мемами и становление самостоятельной единицей речи.

Ключевые слова: интернет-общение, эратография, мемы, интернет-мемы, меметика, орфография, развитие общества

Instead of a thousand words

© Egor V. Zykov, Irina I. Aponchuk

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract The Internet is increasingly penetrating our lives, affecting many things, including language. We are increasingly faced with previously unfamiliar concepts and phenomena. The article is aimed at a closer acquaintance with such a phenomenon as memes. Many people used to think that memes are just funny pictures and videos, but this is not entirely true. The concept of "meme" is very extensive and combines many others. A meme can become a media virus and gain "control" over the desires of consumers. Memes, contrary to expectations, existed before the Internet, but were "born" and "died" on their own. Once on the Internet, memes have the opportunity to spread quickly and be duplicated many times, in skillful hands such a phenomenon can become an excellent marketing tool. Sometimes it happens that the meme becomes something that was originally conceived with a completely different purpose. Of course, memes are also funny pictures and videos. In the article they are referred to as «Internet memes» to separate concepts. The article additionally discusses the concept of "errative", a brief history of its appearance, connection with Internet memes and the formation of an independent unit of speech.

Keywords: internet communication, erratography, memes, internet memes, memetics, spelling, social development

В последнее время русский язык все чаще сталкивается с незнакомыми для него ранее явлениями, одно из них – мемы. При упоминании этого слова первым делом вспоминаются смешные картинки и видео, но все не так просто, ведь понятие «мем» гораздо более обширное и интересное. Если вы в курсе, что такое мемы, то уверены ли вы, что знаете о них все и правильно понимаете это явление? Для начала внесем ясность в терминологию, ведь слово мем имеет значение, совершенно не связанное с юмором. Мем – единица важной для культуры информации, а также своеобразный инструмент ее развития. Не стоит

путать это понятие с интернет-мемом, к нему мы обратимся позже. Мемом можно считать любые идеи, известные символы, оригинальные фразы или действия. Впервые в употребление это слово ввел Ричард Докинз в своей книге «Эгоистичный ген» в 1976 году [1]. За основу термина Докинз взял греческое слово $\mu\acute{\iota}\mu\eta\mu\alpha$ (*mímima*) – подобие. Интересно, что сначала слово «мем» переводилось на русский как «мим» в соответствии с правилами английского произношения слова «meme», а само слово «мим» тоже имеет греческие корни $\mu\acute{\iota}\mu\omicron\varsigma$ (*mímos*) – подражание. Докинз полагает, что данные культурные единицы

передаются от человека к человеку путем копирования или имитации, проводя при этом аналогию с теориями Чарльза Дарвина. В качестве примеров Ричард Докинз приводит культурные особенности той или иной нации, музыку, ментальные образы мышления, крылатые слова, образцы национальной одежды, архитектурные аспекты, песни, элементы фольклора, а также религиозные особенности – все то, что синтезируется в культуре, передается от поколения к поколению и «имитируется» в своем облики. Мемы есть как в глобальных сферах культуры, так и в локальных сообществах. Глобальные мемы понятны почти каждому, например, услышав фразу «праздник к нам приходит», вероятнее всего вы вспомните бренд Coca-Cola и их новогоднюю рекламу с большим красным грузовиком и Сантой. Вряд ли найдется человек, который не вспомнит Японию при упоминании аниме или Германию при упоминании октоберфеста. Но если вы не читали роман Михаила Афанасьевича Булгакова «Мастер и Маргарита», то трамвай не будет для вас мемом, вызывающим ассоциацию с производением, а ведь его можно увидеть на обложках различных изданий этой книги. Таким же локальным мемом для тех кто знаком с аниме культурой является маска Безликого Бога Каонáси из фильма «Унесенные призраками», вместе с кинокартиной, фанаты вспомнят множество других работ режиссера Хаяо Миядзаки.

До начала XX века мемы рождались сами по себе и были редким явлением, но с появлением маркетинга и эволюцией рекламы они стали серьезным инструментом в завоевании внимания потребителя [2]. На телевидении эфирное время достаточно дорогое, а прихотливого зрителя можно заинтересовать лишь в первые несколько секунд. Именно поэтому длинные и перегруженные деталями рекламные ролики прожили недолго, но взамен мы получили таких ярких персонажей, как заряженный заяц Duracell, мягкий и надежный надувной человечек от Michelin – Бибендум, дружелюбная фиолетовая корова Milka. В интернет-пространстве рекламе распространяться намного проще, да и публика здесь более раскрепощенная, а потому компании предлагают нам своих переработанных под

интернет-сообщество маскотов или совершенно новых персонажей, таких как СберКот. Из-за своей особенности – неконтролируемому массовому распространению и возможности влиять на людей, мемы в какой-то степени являются медиавирусом [3]. Зачастую мемы создавались не в рекламных целях и изначально ими не были, но со временем становились мемами. Почти все узнают рычащего льва с заставки Metro-Goldwyn-Mayer, ведь эта компания выпустила немало известных кинокартин и сериалов. Многие, кто знакомился с компьютерами с самого момента их появления на потребительском рынке, узнают звук запуска Windows XP, а бывшие владельцы телефонов Nokia ни с чем не перепутают мелодию и экран загрузки Connecting people. Самым свежим таким примером является концепт виртуального ассистента Сэм от корейской фирмы Samsung [4]. На самом деле Сэм является не более чем чат-ботом службы поддержки в некоторых странах, но свежие 3D рендеры этого персонажа и ложная новость о новом виртуальном помощнике устроили такой ажиотаж, что количество поклонников техно-гиганта увеличилось в разы. Есть мемы, не причастные к маркетингу. Такие примеры, в основном, связаны с искусством: уникальные стили письма художников помогут отличить работы авторов даже тем, кто ничего не понимает в живописи, известные ритмы песен перекочевали во все другие сферы культуры и даже те, кто не увлекается музыкой узнают композицию «We will rock you» лишь по трем хлопкам, а известные образы звезд пытаются повторить каждый фанат.

Несмотря на широкое распространение понятия «мем», его концепция на данный момент является непризнанной в широких научных кругах. Критики обращают внимание на отсутствие четкого определения мема, стремление к всеохватности и излишне буквальную аналогию с генетикой. Меметика считается псевдонаукой, что вполне заслуженно, ведь понятие «мем» находится на пересечении двух других более серьезных, а что самое главное – настоящих наук, лингвистики и психологии. Однако концепция мема выглядит вполне разумной, если рассматривать ее в тесной связи с культурной жизнью человека,



Рис. 1. Реклама Coca-Cola, Безликий Бог Каонáси, заяц Duracell, примеры обложек романа «Мастер и Маргарита», корова Milka, Бибендум

ведь всевозможные мемы – это единственное, что знакомит и связывает людей всех стран, рас и культур. Пусть для разных людей один и тот же мем может ассоциироваться с отличиями, но его гарантированно узнают все.

Но как связаны обычные мемы-ассоциации и интернет-мемы? Почему вдруг смешные картинки стали называться мемами? На самом деле интернет-мем отличается от обычного только своей «средой обитания», ведь определения этих двух терминов почти идентичны. Интернет-мем как и обычный мем – это единица информации, но созданная в цифровом формате и распространяемая в сети Интернет. Вопреки порицанию обычных мемов, в последние годы ученые в области психологии занимаются изучением интернет-мемов как медиавирусом, из-за чего существует множество их характеристик и классификаций. Кто-то считает, что интернет-мемы – средство общения, другие, что это речевой жанр. Лингвист С. В. Канашина в своих работах рассматривает это явление как популярную полимодальную (способную совмещать несколько путей восприятия) единицу интернет-коммуникации, сочетающую в себе вербальную и невербальную информацию [5]. Илон Маск в одном из своих интервью сказал, что «тот, кто контролирует мемы, контролирует Вселенную

и влияет на дух времени», а также по его словам «Мемы – сложная форма общения: в отличие от картинок они вмещают в себя не 1000, а 10000 слов» [6]. Пусть Илон слегка преувеличил, но не соврал, ведь его юмористические посты в социальной сети «Twitter» действительно влияют на курс акций его компаний. Несмотря на желание ученых подробно описать и исследовать это явление общественной жизни XXI века, интернет-мемы стремительно развиваются, эволюционируют, приобретают новые формы, не оставляя шансов исследователям. Вопреки ожиданиям интернет-мемы не всегда направлены на юмор и веселье. Часто они могут быть созданы с целью погрустить, задуматься или вспомнить что-то.

Изначально интернет-мемы были предназначены для молодого поколения, которое уже поймало «волну» технологий, но сейчас, когда всевозможные девайсы стали доступны любому возрасту, каждое поколение имеет свои собственные интернет-мемы, отражающие актуальные, интересные и понятные для сообщества темы. Разумеется, большинство интернет-мемов одного сообщества непонятно другому, но встречаются исключения, понятные всем одинаково. Такие интернет-мемы созданы из очень успешных шаблонов,

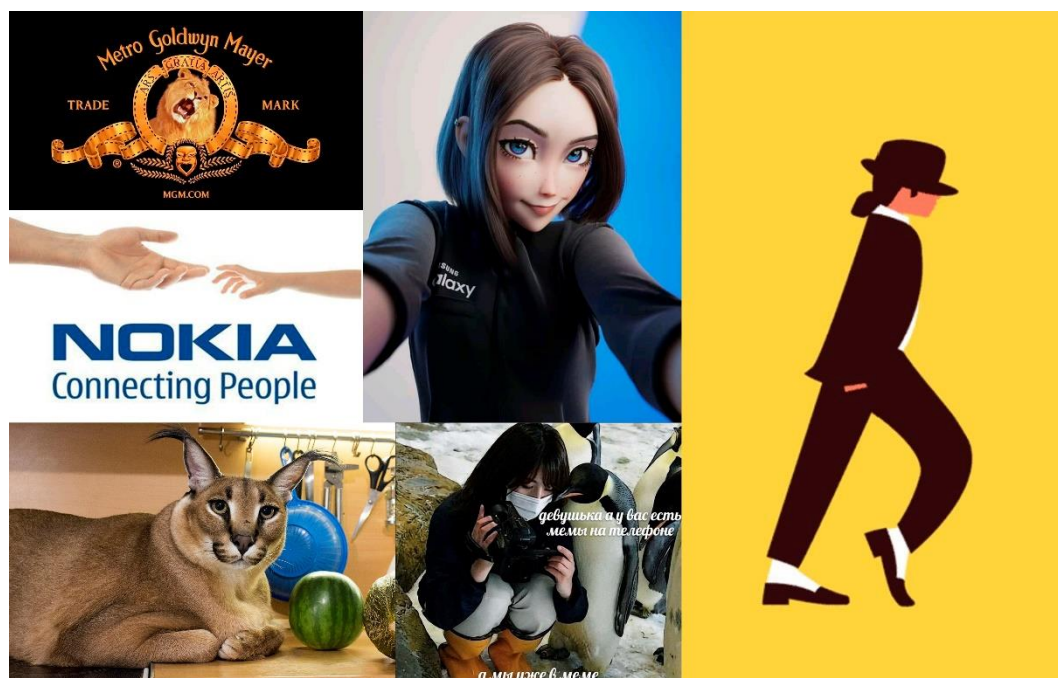


Рис. 2. Заставка Metro-Goldwyn-Mayer, Samsung Сэм, каракал Гоша, типичный пример многоуровневого мема: смешная картинка, эрративы, смешная подпись. Пример мема – образ Майкла Джексона

которые длительное время странствуя по Интернету, стали популярными и обрели собственные адаптации в каждом сообществе. Чаще всего трендовыми становятся кадры из фильмов, а также коты, все ведь любят котиков и хорошее кино. Стоит отметить, что за последние несколько лет интернет-мемы по мотивам различной литературы, в том числе классической, стали заметно популярнее. Добиться большего успеха помогает многоуровневая структура интернет-мема, заставляющая вспомнить другой мем, а затем задуматься над общей картиной и найти скрытый смысл, заложенный автором. Таким образом, создание популярных интернет-мемов превращается в весьма специфичное искусство, которое не так легко в познании как кажется на первый взгляд. Существует множество интернет-сообществ в социальных сетях, посвященных исключительно мемам, а некоторые люди занимаются тем, что рассказывают об истории создания и развития отдельных мемов. Случается и так, что не вымышленные вселенные порождают мемы, а наоборот: некоторые интернет-мемы выросли до масштабов собственных вселенных, по мотивам которых энтузиасты создают комиксы, короткие истории и мультипликацию. Ярчайшим примером, известным по всему миру, является

серия интернет-мемов с каракалом по кличке Гоша, в сети известном как Шлепа или Big Floppa. Начав свою карьеру с простой фотографии в Instagram, (в данный момент запрещенной на территории РФ) со временем большой русский кот обзавелся множеством фанатских сообществ, сувенирной продукцией и тематическими приложениями в Google Play, а журналисты телеканалов «Дождь» и «360°» брали интервью у Шлепы [7, 8, 9].

Ранее в данной статье упоминалось о том, что понятие «мем» находится на пересечении лингвистики и психологии, и если с психологией все более, чем понятно, то лингвистика прослеживается не так явно. Несмотря на то, что интернет-мем – это обычно картинка, видео, гиф изображение или звук, еще больший успех интернет-мему может принести умелое владение словом. Использование различных типов речи, продуманная речевая недостаточность или намеренное многословие – все это делает интернет-мемы заметнее и интереснее. Пожалуй, самым интересным приемом доступным только для русскоязычных мемов, является использование эрративов. Эрратив (от латинского errare – ошибаться) – слово или выражение, подвергнутое умышленному искажению для придания особого эффекта [10]. Зародились эрративы

одновременно с мемами в великом и ужасном Интернете и их появление сразу же окрестили антиорфографией. Так как в современном мире время – весьма ценный ресурс, то в письменном интернет-общении пользователи часто намеренно допускают ошибки в словах, чтобы быстрее набирать текст, хотя также это часто используется для поддержания неформального настроения беседы. Эрративы бывают фонетические и гиперкоррекционные. Фонетические эрративы работают по принципу «как слышим – так пишем», например, «што», «аогнь» или «ало». Гиперкоррекционные эрративы отличаются сильными изменениями в словах. Эта категория в свою очередь делится на еще несколько подкатегорий, представленных в табл. В интернет-мемах использование эрративов очень сильно влияет на эмоциональный окрас и настроение результата. Многие исследователи отмечают явный вред эрративов для детей. Так как порог входа в Интернет сейчас предельно низок, то ребенок очень быстро может оказаться в неблагоприятной для него среде, тоже самое можно сказать и про мемы. Не владея широкими познаниями, ребенок воспринимает все увиденное за чистую монету, делает из этого выводы и начинает использовать увиденное в своей повседневной жизни. Эту проблему трудно назвать вредной стороной мемов или эрративов, ведь в Интернете множество других вещей, способных направить пылкий ум

не в то русло. В данном случае все зависит от родителей, если познавать что-то вместе с ребенком, а не пустить все на самотек, атакуя запретами, то результат будет куда более приятный.

Виды гиперкоррекционных эрративов с примерами

Вид эрратива	Пример
Компрессия слов	Аче, прив, собсна ченить, ток
Оглушение или озвончение согласных	Што, чево, блен
Нарушение правила о парных гласных после шипящих	Зачот, жыза
Добавление или удаление мягкого знака	Мыш, шьто, неть
Удаление букв или замена на другие	Опути, нипутю, питса, рьяльно
Совмещение слов	Шлакоблокунь, конькилька
Неправильное использование падежных форм, видо-временных связей и рода	Сюда посплю, вы продаете рыбов?
Перемещение частей слов в словосочетаниях	Кыр сосичка

Подводя итог всему вышесказанному, стоит отметить, что мемы стали одним из примечательных явлений общественной жизни нашего времени, его нельзя запретить, проконтролировать или остановить. Пусть каждый сам для себя определяет, что для него мемы, добро или зло.

Список источников

1. Докинз Ричард. Эгоистичный ген. М.: Мир, 1993. 318 с.
2. Кобелева Н.В., Покровская И.А. Мемы как эффективный интернет-феномен в рекламе // Молодежный вестник ИрГТУ. 2017. Т. 1. № 4. 3 с.
3. Бретт Томас. Руководство по мемам: путеводитель пользователя по вирусам сознания. 1995.
4. Самсунг Сэм: история создания, мемы и косплей, что будет с виртуальным ассистентом дальше // Сэм из Samsung. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.championat.com/cybersport/article-4370533-samsung-sem-istoriya-sozdaniya-memy-i-kosplej-что-budet-s-virtualnym-assistentom>. (04.01.2023).
5. Канашина С.В. Что такое интернет-мем? // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания. 2017. Т. 36. № 28. С. 84–90.
6. Маск И. Кто контролирует мемы... // Главное из интервью Илона Маска в Clubhouse. [Электронный ресурс]. URL: <https://incrussia.ru/news/elon-mus.clubhouse/> (04.01.2023).
7. «Другая вселенная Шлепы». // Fandom. [Электронный ресурс] URL: <https://floppa.fandom.com/ru/wiki/> (04.01.2023).
8. Floppa on TV Rain // Интервью Шлепы на телеканале Дождь. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=wg6O4VdrAyE>(04.01.2023).
9. Visiting Big Floppa. // Интервью Шлепы 360° TV. [Электронный ресурс]. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ck6adJeRu_0((04.01.2023).
10. Апончук И.И., Кобелева В.О. Эрративы в письменной речи или как «правильно» писать с ошибками // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 2. С. 107–112.

Информация об авторах / Information about the Authors

Зыков Егор Викторович,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
gorelearn@gmail.com

Egor V. Zykov,

Student,
Institute of Aircraft Construction,
Mechanical Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
gorelearn@gmail.com

Апончук Ирина Игоревна,

старший преподаватель,
кафедра рекламы и журналистики,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
aponchuk55@inbox.ru

Irina I. Aponchuk,

Senior Lecturer,
Advertising and Journalism Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
aponchuk55@inbox.ru

Устройство категории ГРИБЫ (на материале современного русского языка)

© Н.А. Петрова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Исследования в области теории категоризации показывают, что классический подход, успешно применяемый по отношению к логическим категориям, не всегда применим по отношению к категориям естественным. Автор проводит анализ языкового материала, выявляя особенности устройства категории ГРИБЫ в русском языковом сознании. Доказывается, что данная категория характеризуется наличием размытых границ и прототипических эффектов, соотносится с базовым уровнем категоризации, обладает психологической и культурной обусловленностью. Так, в научной и наивной картинах мира категория ГРИБЫ отличается неодинаковыми границами. Данная категория представлена как лучшими членами – наиболее известными и ценными грибами, так и худшими – наименее известными и ценными грибами. Категория ГРИБЫ организована в иерархию от более общих к более конкретным членам. Данная категория характеризуется антропоцентризмом, на ее формирование оказывают влияние особенности человека как субъекта познания. Таким образом, в названиях грибов находят отражение характеристики, воспринимаемые перцептуально: цвет, форма, тип поверхности, вкус, запах и др. Культурно-специфический выбор определяет структуру категории в разных языках: наиболее важные в культуре факты действительности влияют на формирование категории.

Ключевые слова: когнитивная лингвистика, категоризация, категории, названия грибов, русский язык

Structure of the category MUSHROOMS (In the case of the modern Russian language material)

© Natalia A. Petrova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Research in the field of categorization theory shows that the classical approach, successfully applied to logical categories, is not always applicable to natural categories. The author analyzes the linguistic material, revealing the features of the category MUSHROOMS in the Russian world view. It is proved that the category is characterized by the movable boundaries and prototypical effects, correlates with the basic level of categorization, has psychological and cultural features. In the scientific and naive world view, the category of MUSHROOMS differs by unequal boundaries. This category is represented by both the best members, the most famous and valuable mushrooms, and the worst members, the least known and valuable mushrooms. The MUSHROOMS category is organized in a hierarchy from more general to more specific members. This category is characterized by anthropocentrism, its formation is influenced by the characteristics of a person as a subject of cognition. Thus, the names of mushrooms reflect characteristics perceived perceptually: color, shape, surface type, taste, smell, etc. The culturally specific choice determines the structure of the category in different languages: the most important facts of culture influence the formation of the category.

Keywords: cognitive linguistics, categorization, categories, names of mushrooms, Russian language

Учение о категориях принадлежит Аристотелю, который видел в них наиболее общий род высказываний. Он рассматривал логические («бытийные») категории и пришел к выводу, что любая категория характеризуется необходимыми и достаточными для ее опознания чертами, соответственно, ее члены равноправны и всегда обладают постоянным набором свойств¹. Такой подход к категориям

традиционно называют **классическим**.

В XX–XXI вв. многие положения классической теории категоризации подверглись критике. Так, Л. Витгенштейн оспаривал наличие четких границ категории и общих существенных признаков для всех ее членов. Э. Рош утверждала, что отличительные свойства, на основании которых предмет включается в категорию, определяются субъективно и могут

¹ Краткий словарь когнитивных терминов. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997. 197 с.

быть в разной степени присущи ее представителям [1].

Многочисленные исследования в области философии, психологии, антропологии, лингвистики и других наук кардинально изменили представление о категориях. Результаты этих работ обобщил Дж. Лакофф [2], показав, что категоризацию следует рассматривать не как ментальный феномен, работающий по строгим законам логики, а как процесс классификации действительности в обыденной жизни.

В аспекте когнитивной науки активно стали изучаться **естественные категории** (термин Дж. Лакоффа. – Н.П.). При этом во многих случаях когнитивисты делали свои выводы, опираясь на анализ языкового материала. Современные лингвисты продуктивно исследовали результаты категоризации отдельных фрагментов действительности: цветов [3], ягод [4], деревьев [5], плодов растений [6], домашних животных [7], млекопитающих [8], водных объектов [9] и др.

Категория ГРИБЫ до сих пор не была исследована в когнитивном аспекте. Исходя из положения о том, что изучение языковых категорий можно рассматривать как источник данных о категориях вообще [2], при изучении этой ментальной категории будем опираться на анализ языкового материала. При этом внимание будем фокусировать на устройстве категории в русском языковом сознании. Итак, категория ГРИБЫ обладает следующими важными особенностями.

1. Размытые границы.

Исследования показывают, что некоторые категории не являются закрытым комплексом, так как не имеют фиксированных границ. Такие категории могут быть расширены или сужены, то есть в них могут включаться или исключаться некоторые члены. Это может происходить как естественным образом, так и в зависимости от определенных целей.

Л. Витгенштейн отметил отсутствие естественных границ для категории ИГРА. Эта категория может быть расширена, то есть в нее могут быть включены новые виды игр. При этом должно соблюдаться условие, что эти

новые виды игр в некоторых отношениях похожи на то, что ранее понималось как игры [10]. Так, появление видеоигр и компьютерных игр – это наглядный пример расширения категории ИГРА [2]. Некоторые более специфичные категории, существующие только внутри отдельно взятой культуры, также могут характеризоваться размытыми границами. Так, в японской культуре есть категория HON, объединяющая длинные тонкие объекты. С течением времени эта категория естественным образом расширилась, включив в себя письма, телефонные разговоры, катушки ниток и некоторые другие предметы и явления. Иногда эта категория подвергается искусственному расширению, когда говорящие включают в нее также удары и броски, совершенные с помощью длинного тонкого предмета – биты. С другой стороны, некоторыми эта категория сужается, потому что они не включают в нее бейсбольные броски и победы в соревнованиях дзен-буддистов [2].

Категория ГРИБЫ, отраженная средствами русского языка, имеет размытые границы. Ранее в наивной картине мира грибы включались в категорию РАСТЕНИЯ, со временем взгляд на категорию изменился, и грибы стали выделяться в отдельный класс. Соответственно, категория ГРИБЫ изменила когнитивный статус: она стала осознаваться как отдельная категория. Продемонстрируем это на примере изменения дефиниции *гриб* 1 в толковых словарях. *Гриб* 1 ‘растение более или менее мясистое, без веток, без листьев, без цвета’². *Гриб* 1 ‘особый организм, не образующий цветков и семян и размножающийся спорами’³. *Гриб* 1 ‘особый организм, сочетающий признаки как растения, так и животного, обычно размножающийся спорами и состоящий из корешка и шляпки’⁴. *Гриб* 1 ‘плодовое тело особого организма, обычно растущего в лесу, состоящее из ножки и шляпки’⁵. Кроме того, *грибом* в научной картине мира называют целый организм, а в наивной картине мира – только его видимую часть, а именно – плодовое тело, состоящее из шляпки и ножки [11].

² Даль В.В. Толковый словарь живого великорусского языка. М.: Рус. яз., 1978. 699 с.

³ Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Азбуковник, 2000.

⁴ Ефремова Т.Ф. Современный толковый словарь русского языка. М.: АСТ, 2006.

⁵ Апресян В.Ю. Активный словарь русского языка. М.: Языки славянской культуры. 736 с.

Обратимся к толкованиям в научных источниках. *Грибы* 'осмогетеротрофные эукариоты, имеющие неограниченный рост, внутрисубстратное развитие и распространение в виде спор', 'все организмы, ведущие определенный, «грибной» образ жизни и обладающие соответствующим ему строением'⁶. В зависимости от цели исследования в научной картине мира *грибами* также может называться отдельная категория живых организмов, включающая большое количество членов. *Грибы* 'обширная группа организмов, включающая около 100 тысяч видов', 'самостоятельное царство живой природы (Mycetalia, или Fungi), отличающееся как от растений, так и от животных'⁷.

Грибами в наивной картине мира называют еще и наросты на деревьях, известные в народе как *березовые грибы*, *древесные грибы*, *чага*. Например, *гриб 2* 'нарост на стволе дерева (разг.)'⁸, *гриб 2* 'твердый нарост на стволе дерева, верхняя часть которого напоминает по форме часть шляпки такого живого организма'⁹. Так именуют и особый пищевой продукт – *чайный гриб* 'слоистое образование (микроорганизмы) на поверхности раствора слабого сладкого чая, придающее напитку кисло-сладкий вкус и освежающие свойства'¹⁰. Отметим, что некоторые авторы словарей включают в категорию ГРИБЫ плесневые грибы, дрожжевые грибы, паразитические грибы, а некоторые – нет.

То есть в научной и наивной картинах мира категория ГРИБЫ обладает разными границами, более того, наблюдается тенденция к смешению границ категории в научном и наивном языковом сознании. В зависимости от цели и от точки зрения определенного говорящего границы категории и вовсе часто меняются. Итак, категория ГРИБЫ легко подвергается расширению и сужению – это говорит о том, что ее границы подвижны.

2. Прототипические эффекты.

Согласно классической теории категоризации, все члены категории равноправны, так

как обладают одинаковым набором существенных для категории признаков. Соответственно, ни один из членов категории не должен иметь особого статуса. Однако исследования показали, что между членами некоторых категорий наблюдается асимметрия и что внутри таких категорий существуют асимметричные структуры. Другими словами, есть категории, представленные как центральными, так и нецентральными примерами. В свою очередь, между такими примерами существуют отношения иерархии.

Э. Рош применила при исследовании категорий физических объектов экспериментальный подход. Во всех рассмотренных ею категориях были обнаружены явления асимметрии, которые получили название *прототипических эффектов*. Так выяснилось, что испытуемые оценивают некоторые члены категории как в большей степени представляющие категорию в целом, чем другие члены. Такие члены, обладающие всеми существенными для категории признаками, были названы *прототипами*. Например, наиболее репрезентативным примером категории ПТИЦА были единогласно признаны малиновки, а менее репрезентативными – куры, пингвины и страусы. Аналогично стулья, предназначенные для того, чтобы сидеть за столом, были определены как более характерные члены категории СТУЛ, чем кресла-качалки, парикмахерские стулья, пуфы и электрические стулья [12]. Неравноправность членов категории демонстрируется и существованием центральных цветов: некоторые из цветов могут быть лучшими примерами класса. Б. Берлин и П. Кей доказали, что существует психологически реальная базовая категория СИННИЙ, в которой центральный синий цвет – лучший пример, категория КРАСНЫЙ с центральным красным цветом как лучшим примером и т. д. [13]. Это подтверждается, например, тем фактом, что носители разных языков, в распоряжении которых была стандартная таблица из трехсот двадцати цветов, выбирали в

⁶ Леонтьев Д.В., Сербин А.Г. Медицинская микология с основами микотоксикологии. Харьков, 2010. 142 с.

⁷ Гарибова Л.В. Энциклопедия природы России: Грибы. М.: АБФ, 1997. 352 с.

⁸ Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Азбуковник, 2000.

⁹ Ефремова Т.Ф. Современный толковый словарь русского языка. М.: АСТ, 2006.

¹⁰ Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Азбуковник, 2000.

качестве лучших образцов одни и те же примеры [13].

Категория ГРИБЫ устроена по прототипическому принципу. Так, общепринятым в настоящее время считается членение грибов в русском сознании на съедобные, условно съедобные, несъедобные, ядовитые, галлюциногенные¹¹. Среди выделяемых типов именно съедобные грибы – лучшие примеры класса. Во-первых, в русском языке количественно преобладают наименования съедобных грибов, что говорит о важности данного типа грибов в жизни социума. Во-вторых, номинации для съедобных грибов отличает самая богатая сочетаемость: *сушеные, соленые, жареные, маринованные грибы; варить, сушить, солить, мариновать, вымачивать грибы; омлет, пирог, суп с грибами*. В-третьих, в словарных статьях в первую очередь приводятся названия именно съедобных грибов. Зачастую этими примерами авторы словарей (А.П. Евгеньева, Л.В. Дмитриев, С.И. Ожегов, Д.Н. Ушаков) и ограничиваются, то есть съедобные грибы выступают как наиболее репрезентативные члены класса. Авторы словарей – носители наивного сознания, соответственно, примеры, которые они выбирают для иллюстрации, демонстрируют когнитивные основания категоризации.

В свою очередь, субкатегория СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ устроена по принципу иерархии (от лучших к худшим членам категории). Например, В.И. Даль говорит о делении таких грибов на группы по цвету: «Белые грибы считаются лучшими; за ними черные или березовики и боровики; затем красные или осиноввики, подосиноввики; там масленики, с зеленоватой бухтармой и пр. Иногда зовут белыми: белый, боровик, березовик; черными:

волнуху, свинуху, сыроежку; красными: осиновик, боровой-рыжик»¹². При этом лучшим членом категории ГРИБЫ в русской культуре можно признать белый гриб. Именно упоминание этого гриба как самого репрезентативного приводится в толковых словарях русского языка^{13, 14, 10}. Кроме того, этот гриб считается самым ценным грибом в русской культуре: «Белый гриб – это плотный съедобный гриб с буроватой шляпкой и толстой ножкой, который считается самым ценным из грибов»¹⁵.

Безусловно, к прототипическим грибам относятся грибы с крупными плодовыми телами, то есть с отчетливо выраженной шляпкой на ножке. Именно их воспринимают как наиболее репрезентативные представители класса. В свою очередь грибы с неявно выраженной шляпкой и ножкой, либо с необычной формой плодового тела относятся к непрототипическим грибам. Они известны меньшему количеству людей, реже упоминаются в устных и письменных текстах, не всегда отчетливо могут быть определены как представители категории ГРИБЫ. Например, *волоконница*, которая «свое название получила из-за волокнистой ножки»¹⁶, *чешуйчатка*, у которой есть особое «покрывало, которое позже рвется»¹⁷, *сухлянка*, у которой шляпка «воронковидная, вдавленная, иногда почти плоская, с тонким, часто неровным и волнистым краем»¹⁸, *вороночник*, у которого «воронкообразная шляпка» и нет «привычных нам видимых пластинок или трубочек»¹⁹, *головач*, имеющий «форму шара или яйца», с толстой оболочкой, которая «разрывается на куски неправильной формы и отпадает, раскрывая ватообразную внутреннюю мякоть»²⁰, *чернильный гриб*, у которого шляпка «лохматая, белая, сначала веретенообразная, затем колокольчатая»²¹, *земляное*

¹¹ Апресян В.Ю. Активный словарь русского языка. М.: Языки славянской культуры. 736 с.

¹² Даль В.В. Толковый словарь живого великорусского языка. М.: Рус. яз., 1978. 699 с.

¹³ Евгеньева А.П. Словарь русского языка. М.: Рус. яз, 1999.

¹⁴ Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Азбуковник, 2000.

¹⁵ Дмитриева Д.В. Толковый словарь русского языка. М.: АСТ, 2003.

¹⁶ Грибомания. Все, что нужно знать о грибах. [Электронный ресурс]. URL: <http://gribomaniya.ru/> (01.02.2022).

¹⁷ Чешуйчатка обыкновенная. Вики-гриб. [Электронный ресурс]. URL: <https://wikigrib.ru/cheshujchatka-obuknovennaya/> (01.02.2023).

¹⁸ Сухлянка двухлетняя. Вики-гриб. [Электронный ресурс]. URL: <https://wikigrib.ru/suxlyanka-dvuxletnyaya/> (01.02.2023).

¹⁹ Особенности Вороночника рожковидного [Электронный ресурс]. URL: <https://gribnik.info/voronocnik-rozkovidnyj> (01.02.2023).

²⁰ Головач гигантский. [Электронный ресурс]. URL: <https://wikigrib.ru/golovach-gigantskij/> (01.02.2023).

²¹ Чернильный гриб [Электронный ресурс]. URL: <https://wikigrib.ru/Чернильный+гриб.html>

масло, гриб, который сначала похож на шаровидное белое яйцо, а затем преобразуется в «вытянутое плодовое тело с зонтиком наверху»²².

Итак, категория ГРИБЫ обладает прототипическим устройством. Она представлена как лучшими, наиболее известными и ценными членами, так и худшими, наименее известными и ценными членами.

3. Базовый уровень.

Выделение базового уровня категоризации связано с идеей о том, что некоторые категории организованы в иерархию от более общих к более конкретным. Базовые с когнитивной точки зрения категории находятся в середине этой иерархии, они являются психологически первичными.

Впервые наличие категорий базового уровня отметил Р. Браун, когда исследовал процесс усвоения номинаций детьми. Он отметил, что выбор первых названий, с которыми взрослые знакомят детей, отмечается регулярностью и непосредственно связан с психологическим уровнем отличительных действий [14]. Например, когда ребенок впервые видит нарциссы, ему говорят, что они называются *цветами* и при этом показывают способ взаимодействия с ними – цветы можно нюхать. Когда ребенка знакомят с неизвестным ему животным и называют его *кошка*, демонстрируют, что это животное можно гладить. Соответственно, нюхать и гладить – действия, связанные с определенными категориями. Эти действия названы отличительными, потому что они служат для различения целых категорий и могут использоваться как символы этих категорий [14].

Можно утверждать, что категория ГРИБЫ находится на базовом уровне категоризации. Сама языковая система раскрывает существование данного уровня. Во-первых, термины базового уровня являются монологическими. Сравним *гриб* (пример базового уровня) и *белый гриб* (пример нижнего уровня). Во-вторых, являются непроемными как в синхронном, так и в диахронном аспекте. Сравним *гриб* (пример базового

уровня) и *опенок, мухомор, сыроежка, подберезовик* (примеры нижнего уровня). В-третьих, термины базового уровня преобладают в контекстах. Согласно Национальному корпусу русского языка, *гриб* (пример базового уровня) имеет 1272 вхождения, а названия видов отмечаются значительно реже, например, *лисичка* – 167 вхождений, *мухомор* – 145 вхождений, *белый гриб* – 116 вхождений²³.

Кроме того, выделение базового уровня непосредственно связано с выделением различительных действий, то есть таких действий, которые служат для различения категорий и используются как символы этих категорий. Для грибов различительное действие – это собирать (искать)²⁴. Таким образом, действительно, категория ГРИБЫ занимает базовый уровень категоризации.

4. Биологическая и психологическая обусловленность

Лингвистами и психологами на обширном количестве фактов было доказано, что специфические человеческие способности непосредственно влияют на категоризацию. Так, Э. Рош, посвятив много лет изучению естественных категорий, пришла к выводу, что «человеческую категоризацию нельзя рассматривать как произвольный продукт фантазии или исторической случайности, а только как результат психологических принципов категоризации» [12]. Свойства категорий обусловлены природой человеческих способностей и опытом функционирования человека в мире. Например, некоторые признаки, такие как «предназначенность для того, чтобы на нем сидели» для объекта стул, для того, чтобы быть понятыми, требуют знания о функциональных человеческих возможностях [12].

Дж. Лакофф развивает эту мысль и добавляет, что воображение и другие особенности человеческого мышления влияют на структуру категорий. «Человеческая категоризация есть продукт человеческого опыта и воображения – восприятия, двигательной активности и культуры, с одной стороны, и метафоры, метонимии и ментальной образности в целом, с другой» [2]. Способность человека осмысливать

²² Этот удивительный гриб веселка. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.livemaster.ru/topic/327139-etot-udivitelnyj-grib-veselka> (01.02.2023).

²³ Национальный корпус русского языка. [Электронный ресурс]. URL: <https://ruscorpora.ru/> (18.04.2022).

²⁴ Апресян В.Ю. Активный словарь русского языка. М.: Языки славянской культуры, 214. 736 с.

существующие в мире явления посредством метафоры и метонимии, как представляется, является фундаментом системы категоризации. Некоторые категории структурируются в терминах метафорической и метонимической проекции. Метафорические модели отображают перенос устройства одной области на соответствующие структуры другой области. Например, центральная метафора горячей жидкости в закрытом сосуде определяет то, как мы концептуализируем гнев: мы представляем его в виде шкалы, имеющей конечную точку. Остальные метафоры гнева так или иначе соотносятся с центральной метафорой, которая определяет устройство категории [2]. В свою очередь, метонимические модели опираются на связь одного элемента с другим. Типичной является модель часть–целое, где часть заменяет целое. Эта модель может определять связи между членами категории. Так, в языке дьирбал знание, что ожог определенного вида гусеницы подобен солнечному ожогу, при определении того, что гусеница принадлежит к той же категории, что и солнце, может замещать саму гусеницу [2].

Когнитивные процессы накладывают большой отпечаток и на формирование категории ГРИБЫ. Ее устройство отражает особенности образного аспекта мышления, например, использование концептуальной метафоры и метонимии.

Проанализируем связь между значениями лексемы *гриб* в русском языке. Производные значения слова мотивированы физическим опытом взаимодействия человека с грибами и метафорически осмыслены. *Атомный (ядерный) гриб* – метафора, где знания о форме известного объекта живой природы переносятся на новое впечатление от радиоактивного облака, возникшего после ядерного взрыва. *Древесный гриб* – метафора, где знания о форме шляпки гриба переносятся на восприятие необычного нароста на стволе дерева. *Чайный гриб* – метафора, где знания о слизистой шляпке гриба переносятся на восприятие особого напитка. *Старый гриб* ('дряхлый старик')²⁵ – метафора, где знания о внешнем облике полуразрушенного гриба переносятся на

восприятие человека в возрасте. Таким образом, метафорическая модель определяет связи во внутренних цепочках категории.

На основе метафорического переноса образованы многие названия отдельных грибов. Так, есть целая группа миконимов (названий грибов) в русском языке, объединенных классификатором **форма**. В нее входят такие названия, как *вороночник* (от *воронка*), *головачи* (от *голова*), *колпак*, *поплавок* и др. Можно сказать, что на основе метафорической модели структурируется целая субкатегория. В некоторых названиях грибов, объединенных классификатором **отношение к животному**, нашли отражение метафорические модели. С такими частями тела животных, как гребешки, нос, ухо по форме ассоциируется внешний вид грибов *петушьи гребешки*, *собачий нос*, *свинушка*.

Наличие в разных языках одинаковых классификаторов, зафиксированных во внутренней форме миконимов, отражает устойчивые характеристики гриба, воспринимаемые перцептуально, – цвет, тип поверхности, форма, запах и другие. В целом классификаторы, отражающие результаты чувственного восприятия, имеют универсальный характер, что обусловлено общностью чувственного восприятия людей. Так, классификатор **цвет** является актуальным для номинации в русском, бурятском, татарском, монгольском, якутском, эвенкийском языках. При этом цвета, оказавшиеся актуальными при номинации грибов в данных языках, доказывают теорию Б.Берлина и П.Кея о наличии базовых наименований цвета во всех языках [2].

Итак, устройство категории ГРИБЫ обусловлено особенностями человеческого восприятия и осмысления. Некоторые области человеческого опыта находят концептуальное воплощение внутри категории.

5. Культурная обусловленность.

Если все люди характеризуются одинаковой физиологией и психологией, то чем обусловлены вариации в категоризации в разных языках? На образование категорий накладывают отпечаток некоторые особенности культуры. То, что на взгляд жителя Европы

²⁵ Михельсон М.И. Русская мысль и речь: свое и чужое: опыт русской фразеологии: сборник образных слов и иносказаний. СПб.: Тип. Акад. наук, 1902.

выглядит как фантастическая классификация, с точки зрения австралийца является естественным и систематическим процессом [2]. В качестве яркого примера можно привести язык австралийских аборигенов дьирбал, описанный Р. Диксоном и проанализированный Дж. Лакоффом. «Всегда, когда в дьирбал в предложении употребляется имя существительное, ему должен предшествовать вариант одного из четырех слов: bayi, balan, balam, bala. При помощи этих слов классифицируются все объекты вселенной дьирбал, и для того чтобы говорить правильно, говорящий должен использовать правильный классификатор перед каждым именем» [2]. Дж. Лакофф при анализе этой классификации выделил «принцип области опыта» и «принцип мифа и веры», в соответствии с которыми объект может включаться в категорию не по общему признаку, а опирается на опыт говорящего и/или его верования [2]. Ученый предположил, что, изучая категоризацию, отраженную в разных языках, можно узнать, какие области опыта значимы для той или иной культуры. Например, опасность, рыбная ловля, огонь и мифы – важные области опыта, релевантные для категоризации в языке дьирбал. Именно эти области являются связующими компонентами в существующей в этом языке системе категорий.

Категория ГРИБЫ характеризуется культурной обусловленностью. В разных языках один фрагмент мира – грибы – членится неодинаково. Если мы обратимся к языкам народов Прибайкалья, то обнаружим, что небольшая система субкатегорий грибов есть в монгольском языке, чуть больше – в эвенкийском, более подробная – в татарском, бурятском и якутском, самая подробная – в русском. Языковая картина мира отражает действительность избирательно, с разной степенью подробности: отражение в языке находят те факты действительности, которые представляют для его носителя первичный интерес. Действительно, в русской культуре грибы занимают важное место, поэтому в русском языке представлено наибольшее количество их названий.

Примечательны следующие примеры, демонстрирующие разницу в субкатегоризации, то есть в членении категории ГРИБЫ в разных языках (см. таблицу). Так, в русском языке отмечают разницу между грибами, которые обозначены в языке как *белый гриб*, *груздь*, *рыжик*, осознают их как носителей разных существенных признаков, разделяют эти грибы на разные категории. Буряты и татары отмечают сходство цвета или место обитания этих грибов и поэтому объединяют их, соответственно, в одну субкатегорию *сагаан хархяаг* ‘белый гриб’²⁶ или *нарат гэмбэ* ‘сосновый гриб’²⁷. В итоге в разных языках находит отражение разная структура категории.

Членение категории ГРИБЫ в разных языках

Русский язык	Бурятский язык	Татарский язык
<i>белый гриб</i> + <i>груздь</i>	<i>сагаан хархяаг</i> ‘белый гриб’	–
<i>белый гриб</i> + <i>рыжик</i>	–	<i>нарат гэмбэ</i> ‘сосновый гриб’

Использование грибов в качестве продукта питания – наиболее значимая область опыта в русской культуре, повлиявшая на классификацию грибов. Только в русском языке есть классификатор **вкус** (подробнее о когнитивных классификаторах [2], [15]), который закрепил в звуковом облике названий *горькушка*, *перечный гриб*, *чесночный гриб* значение вкусовой характеристики гриба. Для носителей бурятского, татарского, монгольского, якутского, эвенкийского языков вкусовая характеристика не является актуальной при номинации, так как в их культуре не принято употреблять в пищу грибы. Помимо этого, только в русском языке есть названия, отражающие разнообразие способов применения грибов в быту. Они объединены классификатором **практическая значимость**: *сыроежка* – гриб, который едят сырым, *печерица* – гриб, наиболее приспособленный для жарения, *земляное масло* – гриб, применяемый в народной медицине, *мухомор* – гриб, отпугивающий мух, *чернильный гриб*, применяемый для изготовления чернил, *трутовик*,

²⁶ Бурятско-русский словарь / сост. К.М. Черемисов. М.: Сов. энцикл., 1973. 804 с.

²⁷ Сафиуллина Ф.С. Карманный татарско-русский и русско-татарский словарь. Казань: ТаРИХ, 2007. 464 с.

используемый в качестве трута²⁸. Грибы русские люди используют не только в качестве пищи, но и как лекарственное средство, как инструмент для разжигания огня, как способ избавления от насекомых и др.

Классификатор **отношение к животному**, выявленный во внутренней форме миконимов большинства языков, характеризуется мифологической и культурной окрашенностью, что выявляется из его тесной связи с культурно-символической семантикой зоонимов. Эти названия отличаются затемненной внутренней формой, обращением к отдаленным ассоциациям, что сближает их с табуической лексикой. Несмотря на то, что категория, представленная миконимами, в которых отразился признак отношение к животному, есть во многих языках, что делает ее универсальной, дальнейшее членение грибов внутри класса обусловлено культурной спецификой. Так, название особо значимого для эвенков животного, оленя, отразилось в номинации многих предметов действительности, в том числе в названии гриба *оленок*²⁹. Название такого важного для якутов животного, как собака, оставило след в миконимах *собачий нос* и

*собачье рыло*³⁰ [16].

Можно утверждать, что опыт использования грибов человеком оказал непосредственное влияние на распределение грибов по категориям. Специальное изучение названий грибов в когнитивном аспекте позволяет составить представление о некоторых особенностях быта и культуры народов, в языках которых зафиксированы эти наименования.

Итак, категория ГРИБЫ, как большинство других естественных категорий, обладает сложным устройством и не может получить исчерпывающее описание в рамках классической теории категоризации. Она характеризуется наличием размытых границ, прототипических эффектов, психологической и культурной обусловленностью, может занимать базовый уровень категоризации. Классический подход, успешно применяемый по отношению к логическим категориям, далеко не всегда применим по отношению к категориям естественным, на формирование которых оказывают большое влияние особенности субъекта познания и закрепленные в культуре способы отражения действительности.

Список источников

1. Болдырев Н.Н. Когнитивная семантика. Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного университета, 2001. 115 с.
 2. Лакофф Д. Женщины, огонь и опасные вещи: Что категории языка говорят нам о мышлении. М.: Языки славянской культуры, 2004. 792 с.
 3. Панасенко Л.А. Моделирование интерпретирующего потенциала лексической категории «Цветы» в английском языке // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 7. С. 328–331.
 4. Дзюба Е.В. Категоризация ягод в научной, лексикографической, торговой, кулинарной и бытовой картинах мира // Вестник Брянского государственного университета. 2015. № 2. С. 45–49.
 5. Ягодниченко Е.А. Интерпретирующий потенциал лексической категории «деревья» в немецком языке // Когнитивные исследования языка. 2017. № 30. С. 337–341.
 6. Ягодниченко Е.А. Человек как область интерпретации лексической категории «плоды растений» в немецком языке // Когнитивные исследования языка. 2018. № 33. С. 477–482.
 7. Мелихова Д.И. Интерпретирующий потенциал лексической категории «домашние животные» как основа формирования оценочных смыслов (на материале английского и русского языков) // Державинский форум. 2017. Т. 1. № 1. С. 88–95.
 8. Мелихова Д.И. Интерпретирующий потенциал лексической категории «Млекопитающие» (на материале русского и английского языков). Тамбов, 2018. 24 с.
 9. Горбунова Л.И. Еще раз о языковой категоризации водных объектов // Сибирский филологический журнал. 2017. № 1. С. 208–220.
 10. Wittgenstein L. Philosophical Investigations. New York, 1953. 129 p.
 11. Горбунова Л. И. Перцептивная основа наивной категоризации предметного мира // Вестник Томского государственного университета. Серия Филология. 2017. № 48. С. 5–18.
 12. Rosch E. Principles of categorization // Cognition and categorization. Hillsdale, 1978. P. 27-48.
 13. Berlin B. Basic Color Terms: Their Universality and Evolution. Berkeley, 1969. 178 p.
 14. Brown R. Social Psychology. New York, 1965. 785 p.
- ²⁸ Гарибова Л.В. Энциклопедия природы России: Грибы. М.: АБФ, 1997. 352 с.
- ²⁹ Бардунов Л.В. Биота Витимского заповедника. Флора. Новосибирск: Гео, 2005. 207 с.
- ³⁰ Петрова Т.И. Якутско-русский, русско-якутский словарь. Якутск: Бичик, 2015. 576 с.

15. Горбунова Л. И. Экспериментальный аспект категоризации материальной действительности // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия История, филология. 2018. Т. 17 № 2. С. 53–63.
16. Петрова Н.А. Категоризация грибов в языках народов Прибайкалья: классификатор отношение к

животному // Категории языка и мышления: аспекты современной интерпретации: сборник статей междунар. науч. конф. (г. Петрозаводск, 8–10 сентября 2022 г). Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского государственного университета, 2023. С. 149–151.

Информация об авторе / Information about the Author

Петрова Наталия Александровна,
ассистент,
Департамент гуманитарных наук,
Байкальский институт БРИКС,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
natanataliya5@mail.ru

Natalia A. Petrova,
Assistant,
Department of Humanities,
Baikal school of BRICS,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
natanataliya5@mail.ru

Анализ стратегии развития проектной организации

© Е.Ю. Акатьева, О.В. Литвинова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается стратегическое развитие проектных организаций в системе управления. Дана информация относительно эффективности системы управления финансовой устойчивостью проектных организаций. В современных условиях значительно увеличивается роль стратегического развития в функционировании организаций в системе хозяйствования. Стратегическое планирование помогает определить и оценить насколько конкурентоспособно предприятие, насколько оно привлекательно для акционеров и инвесторов и как оно развивается с момента его создания. Анализ стратегии развития деятельности организации характеризуется многочисленными аспектами, широта которых обусловлена многогранностью экономической жизни предприятия. В связи с этим набор принимаемых во внимание факторов эффективности производственно-хозяйственной деятельности постоянно меняется по мере того, как под воздействием внешних и внутренних обстоятельств возникают новые ситуации. Исходя из этого, можно сказать, что конкретный перечень показателей, ресурсов и сфер деятельности, которые должны быть подвергнуты анализу, меняется по мере изменения условий функционирования предприятия.

Ключевые слова: стратегическое развитие, проектная организация, стратегическое планирование, проектное финансирование

Analysis of the development strategy of the project organization

© Ekaterina Y. Akateva, Olga V. Litvinova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the strategic development of design organizations in the management system and provides information on the effectiveness of the financial stability management system of design organizations. In modern conditions, the role of strategic development in the functioning of organizations in the economic system is significantly increasing. Strategic planning helps to determine and evaluate how competitive the enterprise is, how attractive it is for shareholders and investors, and how it has been developing from its inception to the present. Analysis of the development strategy of the organization is characterized by numerous aspects, the breadth of which is due to the versatility of the economic life of the enterprise. In this regard, the set of factors of production and economic activity efficiency taken into account is constantly changing as new situations arise under the influence of external and internal circumstances. Based on this, the article concludes that the specific list of indicators, resources and areas of activity that should be analyzed changes as the conditions for the operation of the enterprise change.

Keywords: strategic development, design organization, strategic planning, project financing

Актуальность данной темы обусловлена тем, что эффективность деятельности экономических субъектов определяется их стратегией. Современное состояние экономики и сложившиеся политические условия предъявляют к системе управления предприятиями повышенные требования. Их эффективное функционирование в современных условиях во многом предопределяется наличием в организации основ стратегического управления. Особенно это актуально для строительных предприятий, так как они в своей работе сталкиваются с дополнительными рисками, обусловленными спецификой отрасли.

Стратегии развития проектно-строи-

тельной компании включают в себя своды правил, решений и установок, которые способствуют формированию гибкой конкурентной позиции организации, а также росту показателей производимой продукции и финансовому процветанию. По своему существу стратегия – комплексный план для принятия управленческих решений, определяющий границы возможных действий организации. Главная задача стратегии состоит в том, чтобы перевести организацию из ее настоящего состояния в желаемое руководством будущее [1].

Стратегическое управление представляет возможность руководителям организации осуществлять выбор сферы и образа действия в

целях достижения финансовой устойчивости коммерческой организации, в условиях постоянно меняющейся среды. Это и является одной из важнейших функций стратегического планирования и управления. В данном случае на помощь приходит такой термин как тактика. Тактика – это наилучший вариант стратегии в существующих условиях, учитывающий появление непредвиденных обстоятельств. Именно она помогает минимизировать потери, с помощью учета всех недостающих пунктов в стратегии, т. к. тактика распространяется на краткосрочный период реализации запланированных действий [2].

Проектирование, усовершенствование и реализация на практике производственных систем, состоящих из людей, оборудования и материалов, имеют целую эффективную организацию производства и являются функцией производственного управления [3]

В связи с этим во главу принимаемых управленческих решений следует ставить стратегические цели, а оперативное управление должно способствовать их достижению. Сравнительная характеристика стратегического и оперативного управления проектной организации показала, что на современном этапе необходимо делать упор на НИОКР, информационно-коммуникационные технологии (далее – ИКТ) и человеческие ресурсы, как основу успеха принимаемых управленческих решений на долгосрочную перспективу, что позволит повысить возможность выживаемости организации.

Эффективность – это наиболее понятный показатель, который характеризует конкурентоспособность организации. К тому же она является изученным фактором, тесно взаимосвязана со стоимостью организации [4].

Одним из вариантов эффективности перехода на стратегическое управление может стать разработка комплексной оценки стратегии достижения финансовой устойчивости. Формирование комплексной оценки стратегии ее достижения предусматривает три этапа:

1. Анализ экономической и социальной составляющих развития проектной организации включает сбор и обработку необходимой информации, расчет коэффициентов финансовой устойчивости, мониторинг внешних и внутренних факторов, экономической и

социальной составляющих с использованием современных ИКТ. Последние упрощают получение необходимой информации и позволяют более эффективно использовать время для ее поиска, экономить материальные ресурсы, а также способствуют улучшению коммуникации между специалистами. Это позволит выявить и систематизировать проблемы и осуществить поиск генеральных направлений развития проектной организации [5].

2. Разработка и осуществление комплексной оценки стратегии достижения финансовой устойчивости с учетом выявленных идей и долгосрочных целей, необходимых для формирования стратегии; определение краткосрочных целей.

3. Реализация выбранных стратегии и тактики, контроль за их исполнением. При выборе стратегии авторы учитывали, что в отличие от организаций других видов деятельности в проектных организациях выполняются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Основными источниками НИОКР в России были средства бюджетов и предпринимательского сектора. Внутренние затраты на исследования и разработки по России составили 943,0 млрд руб. Наибольшие объемы были в предпринимательском секторе – 554,1 млрд руб. Это составило более половины всех внутренних затрат.

Включение НИОКР в стратегические планы проектных организаций позволяют сократить издержки организаций, сохранить конкурентные позиции не только внутри страны, но также и на внешнем рынке. Контракты с зарубежными организациями будут способствовать получению знаний и умений в области новых технологий, а также приведут к росту клиентской базы. В связи с этим в общую стратегию обеспечения финансовой устойчивости проектной организации предлагаем включить следующие функциональные составляющие: финансовую, маркетинговую, кадровую, производственную и НИОКР [2].

Преимущество среди конкурентов может быть только из-за создания стратегии конкурентности организации. Данная стратегия даст возможность эффективной работы компании, если сравнивать эту работу с конкурентами. Можно также сказать о том, что данная стратегия даст возможность регулировки спроса

на рынке в свою пользу [6].

На современном этапе развития теории управления персоналом уже не вызывает сомнения тот факт, что сотрудники предприятия – это его важнейший ресурс, обеспечивающий конкурентоспособность современного предприятия практически в любой отрасли или сфере деятельности [7].

При формировании финансовой стратегии необходимо провести анализ финансовой устойчивости и мониторинг внутренних и внешних факторов экономической и социальной составляющих ее деятельности, которые должны обеспечить получение обоснованных ответов на следующие вопросы. В каком положении находится проектная организация в анализируемый период времени? Какие у нее имеются слабые и сильные стороны? Какое место занимает проектная организация по сравнению с аналогичными организациями отрасли? Каковы перспективы ее развития? В каком положении проектная организация планирует оказаться через несколько лет? Какие источники финансирования проектная организация планирует использовать для достижения запланированного результата? Кроме того, должны быть обеспечены ответы на вопросы применения современных информационно-коммуникационных технологий при принятии стратегических решений в сфере инвестиционной, оперативной и финансовой деятельности организации. Эффективность управленческих решений в данной ситуации зависит от достоверности и объективности используемой информации. В настоящее время новые технологии оказывают огромное влияние на развитие организаций, упрощают получение необходимой информации и позволяют более эффективно использовать время для ее поиска, экономить материальные ресурсы, а также способствуют улучшению коммуникации между специалистами, принимающими управленческие решения. Информационные и коммуникационные технологии предполагают использование средств микроэлектроники для сбора, хранения, обработки, поиска, анализа и мониторинга данных [3].

Уровни управления проектами: интеграционный (определяет актуальность проекта для предприятия, дается определение, задачи, предметная область, цели проекта,

технология и организация работ, основные виды его реализации, минимальная продолжительность при ограничении по стоимости и ресурсам).

Стратегический план охватывает все фазы и оценивает реализуемость достижения целей проекта, определяет:

- целевые этапы (срок ввода объектов, производственных мощностей, объемы выпуска продукции);

- этапы проекта (сроки завершения комплексов работ, поставки оборудования и подготовки фронта работ);

- кооперацию организаций-исполнителей.

Тактический план, который в свою очередь включает:

- текущий (уточняет сроки выполнения работ, потребность в ресурсах, устанавливает четкие границы между участками работ, за выполнение которых отвечают различные организации);

- оперативный (детализирует задания участникам на месяц, неделю, сутки).

Дерево работ – на каждой стадии планирования необходимо разделить работы по проекту на части (на стадии технического проектирования, в дальнейшем, когда станет известно больше деталей, эти части могут быть разделены на соответствующие разделы). Такое дерево является средством расчленения большого, сложного проекта на его компоненты или хозяйственные программы на составляющие проекта.

По мере получения дополнительной информации на последующих стадиях проектирования плановик может добавить новые уровни к дереву работ проекта. Нижний соответствует пакету работ. Это последние элементы подразделов, за которые ответственен подрядчик или соответствующий отдел организации-заказчика. Пакет работ не следует отделять от других работ проекта, но связи этого пакета с остальной частью проекта должны быть четкими – эти связи не следует усложнять настолько, чтобы затруднялась координация.

Кроме того, дерево работ служит и другой важной цели, а именно – разработке структурной схемы для административного управления проектом. Таким образом, разделение проекта на пакеты работ удовлетворяет двум

функциям: планирования и административного управления. Поэтому одновременно с деревом работ необходимо развивать организационно-административное дерево и увязывать его структурные единицы с пакетами работ.

Факторы влияния внешней среды:

1. Политические:

– жесткие правила экспорта/импорта (могут возникнуть проблемы с поставками оборудования из-за рубежа, что отрицательно скажется на данном проекте).

2. Социально-культурные:

– высокий уровень безработицы (данный проект направлен на оказание услуг);

– оценка качества предоставляемых услуг населению.

3. Экономические:

– рост уровня дохода населения (оказывает положительное влияние, так как повышается спрос на проектные услуги);

– высокие ставки налогов (повышение цен на услуги, отрицательно повлияет на данный проект, т. к. снизится поток клиентов, и, следовательно, уменьшится прибыль);

– неустойчивость экономики, связанная с сырьевой направленностью (устойчивость экономики поможет избежать повышение цен на поставку оборудования и продуктов).

4. Технологические:

– степень устаревания оборудования, издержки производства.

Задачей проектного анализа является установление «ценности» проекта, которая определяется разницей между выгодой и затратами. Они в свою очередь оцениваются по семи позициям, каждая из которых отражает конкретный раздел проектного анализа.

Технический анализ включает проверку проекта на техническую обоснованность.

Составление графика работ – включает составление предварительного плана осуществления проекта: сетевой анализ или метод критического пути.

Критический путь – это последовательность задач (или одна задача), которые определяют рассчитанную дату начала или дату окончания проекта.

Коммерческий анализ – роль коммерческого анализа заключается в прогнозировании

спроса на продукцию (услуги) проекта и будущих цен.

Факторы, влияющие на спрос:

– доход заказчиков (заказчик с высоким уровнем достатка – от 100 и выше тыс. рублей);

– масштаб рынка;

– заказчики (проект рассчитан на категорию людей от 25 –55 лет);

– особые условия (месторасположение, информирование через СМИ, близость к транспортным путям).

Качество продукции в строительстве – это основополагающий фактор, который влияет на эффективность и продажу объекта. Также он гарантирует то, что данный объект будет надежным [8].

Факторы, влияющие на предложение:

– издержки производства (при предельно низких издержках производитель проектных услуг больше услуг по данной цене);

– технологический прогресс в отрасли (повышение производительности и снижение издержек, увеличивая тем самым предложение услуг – программа для конкретного человека);

– изменение цен на используемые услуги (влияет на издержки производства и, следовательно, на предложение)

– количество фирм с подобными услугами.

Финансовый анализ отвечает на вопрос: является ли проект выгодным в финансовом отношении и возмещаются ли затраты, связанные с его реализацией?

Для данного проекта характерен анализ финансовой рентабельности. Его назначение – определение рентабельности капиталовложений в проект. Позиция, с которой ведется анализ проекта – ведется с позиции проекта. Система финансовой отчетности – дисконтированные потоки денежных средств. Критерии – внутренняя норма прибыли, чистая прибыль.

Экономический анализ отвечает на вопрос: превышают ли положительные результаты проекта затраты на его осуществление и эксплуатацию, с каким риском он сопряжен? Эффективность инвестиции определяется прежде всего соотношением результатов осуществления проекта и затрат, необходимых

для достижений этих результатов [9]. Разность между чистыми притоками и оттоками денежных средств представляет собой чистый доход проекта.

При проведении проектного анализа необходимо помнить об учете фактора неопределенности, который всегда сопутствует принятию решений об инвестировании в российскую экономику. Поэтому необходим анализ чувствительности проекта, который позволяет определить ключевые, с точки зрения устойчивости проекта, параметры исходных данных, а также рассчитать критические, т. е. предельно допустимые. Существенным моментом является проведение анализа чувствительности на протяжении всего срока жизни проекта, а не для одного отдельно взятого интервала планирования, как это принято делать при определении точки безубыточности. Точка безубыточности – объем производства и реализации услуг, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль.

В качестве оценочных показателей при выполнении анализа чувствительности могут выступать, следующие характеристики инвестиционного проекта: внутренняя норма, прибыль, максимальная возможная ставка кредитования, срок окупаемости, период использования кредитов, сумма накопленных к концу срока жизни проекта свободных денежных средств.

Организационный анализ или институциональный – отвечает на вопрос, сможет ли отвечающая за проект организация осуществить его и руководить им? Институциональный анализ проводится для того, чтобы оценить организационную, правовую и административную среду, в которой проект реализуется и эксплуатируется.

Экологический анализ – отвечает на вопрос, какое влияние оказывает проект на окружающую среду?

Данный проект не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, если правильно утилизировать пищевые отходы.

Следует заключить договор с фирмой, занимающейся вывозом отходов. Создание именно таких условий позволяет соблюсти все меры по сохранению экологии.

Социальный анализ – определение пригодности вариантов проекта для его пользователей, например, изменение количества рабочих мест в регионе, улучшение жилищных и культурно-бытовых условий работников, условий их труда, изменение свободного времени и многие другие. Его выполнение позволяет исследовать воздействие проекта на внешнюю среду, разработать мероприятия, способствующие благоприятному или хотя бы нейтральному отношению населения к проекту [10].

Для проекта ставится задача уменьшить потери ограниченных ресурсов, использовать выделенные с максимальной эффективностью. Для этого необходимо:

- определить цели проекта и провести его обоснование;
- определить необходимый объем работ и источники финансирования;
- подготовить и заключить контракты;
- определить сроки выполнения проекта, график его реализации, рассчитать необходимые ресурсы;
- рассчитать смету и бюджет;
- определить и учесть риски;
- обеспечить контроль выполнения проекта.

Возможны большие риски в осуществлении этой деятельности, т. к. были вложены немалые денежные средства. Успех будет зависеть от выбора места расположения, успешного заключения контрактов, методов продвижения и рекламы.

Результат определяется временем и стоимостью пути к его достижению. Знание подводных камней при развитии проекта и разумная оценка стоимости позволяют получить выгоду, как во времени, так и в стоимости. Любая компания развивается, проводя то или иное изменение своей внутренней или внешней деятельности в рамках стратегического развития в целом [10].

Список источников

1. Блинов А.О. Теоретические аспекты управления организационными изменениями в организациях // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. 2013. № 1. С. 41–49.
2. Великих П.К. Инновационное лидерство. Стратегии развития современных управленцев // Worldscience: problems and innovations: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 283–285.
3. Задерейчук Н.А., Литвинова О.В. Анализ управления производственным процессом при строительстве линейных объектов // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 3. С. 505–512.
4. Селютина Л.Г. Конкурентные процессы в современном строительстве // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2013. № 1 (60). С. 101–106.
5. Низамова Г.З., Мусина Д.Р. Стратегическое планирование инновационного развития компании методом Форсайт. [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/95EVN516.pdf> (10.02.2023).
6. Селютина Л.Г., Сушко А.И. Роль и место информации в проектировании и управлении строительством // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2014. № 17. С. 272–276.
7. Ветрова Н.М. Об управлении развитием персонала строительной организации в системе стратегического управления // Экономика строительства и природопользования. 2017. № 2(63). С. 4–9.
8. Петрова Л.Е., Литвинова О.В. Анализ основных факторов конкурентоспособности строительных предприятий // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 1. С. 154–159.
9. Кондратьев Э.В. Системно-институциональное развитие управленческого персонала предприятия: теория и эффективность: монография. Пенза: ПГУАС, 2016. 316 с.
10. Шарова А.А. Изучение опыта зарубежных предприятий в сфере управления рисками // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2011. № 2(87). С. 234–241.

Информация об авторах / Information about the authors

Акатьева Екатерина Юрьевна,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
litvinova_katiushka@mail.ru

Литвинова Ольга Владимировна,
к.э.н., доцент,
кафедра экспертизы и
управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
olga.66.08@inbox.ru.

Ekaterina Y. Akateva,
Undergraduate,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
litvinova_katiushka@mail.ru

Olga V. Litvinova,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Expertise and Real Estate
Management Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
olga.66.08@inbox.ru

Стратегии позиционирования в маркетинге на примере концерна «Volvo»

© В.И. Прибыткова, С.А. Яценко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе рассмотрены теоретические аспекты, сущности и цели позиционирования, концепции и стратегии позиционирования на примере анализа особенностей политики предприятия Volvo. Актуальность работы обуславливается тем, что позиционирование товаров является одним из самых эффективных приемов завоевания лидирующих позиций на рынке. Успех любого предприятия уже давно зависит не только от самого продукта, расположения сбытовых точек, стоимости товара, но и других немаловажных аспектов. Лидерство среди конкурентов возможно завоевать только при грамотно выстроенной политике позиционирования своего бренда. Различные стратегии позиционирования позволяют закрепить образ компании в подсознании потребителей, а также завоевать доверие своей целевой аудитории. Рост конкуренции, нестабильность, развитие научно-технического прогресса, изменение восприятия товаров и многое другое приводит к усложнению функционирования предприятия на определенном уровне. В настоящее время фирмам все сложнее удержаться на рынке, поскольку необходимо понимать какие преимущества получает потребитель компании в сравнении с конкурентами. Формирование имиджа предприятия способствует решению многих задач в сфере управления и коммуникации. Использование стратегий создания имиджа с каждым днем находит все большее применение в сфере политики, экологии, маркетинга, экономики и пр.

Ключевые слова: позиционирование, маркетинг, реклама, имидж, бренд, Volvo

Positioning strategies in marketing on the example of the concern "Volvo"

© Valeria I. Pribytkova, Svetlana A. Yatsenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the theoretical aspects, essence and goals of positioning, the concept and strategy of positioning on the example of analyzing the features of the Volvo enterprise policy. The relevance of the article is due to the fact that the positioning of goods is one of the most effective methods of gaining a leading position in the market. The success of any enterprise has long depended not only on the product itself, the location of sales outlets, the cost of goods, but also on other important aspects. Leadership among competitors can be won only with a well-built policy of positioning your brand. Various positioning strategies allow fixing the image of the company in the subconscious of consumers, as well as gaining the trust of your target audience. The growth of competition, instability, the development of scientific and technological progress, a change in the perception of goods and others lead to a complication of the functioning of the enterprise at a certain level. At present, it is becoming more and more difficult for firms to stay on the market, since it is necessary to understand what advantages the company's consumer receives in comparison with competitors. Formation of the company's image contributes to the solution of many problems in the field of management and communication. The use of image building strategies is increasingly being used every day in the field of politics, ecology, marketing, economics, etc.

Keywords: positioning, marketing, advertising, image, brand, Volvo

Основной целью любой фирмы в условиях рыночной экономики является сохранение и расширение своих позиций на рынке, стабильное получение прибыли, что достигается посредством обеспечения высокой конкурентоспособности. Отметим, что для стабильного продвижения товара недостаточно таких факторов, как создание торговой марки, упаковки, адекватного распределения критерия «цена-

качество», грамотной рекламы и продвижения. Необходимо подчеркнуть уникальность и преимущества перед конкурентами – создать имидж компании, эффективно позиционируя свои товары. Компания определяется рентабельностью благодаря грамотно построенной стратегии позиционирования.

Позиционирование товара – это создание конкурентного положения товара на рынке и

разработка детального комплекса маркетинга [1]. Понятие конкурентоспособности относительное. Она выявляется только при сравнении аналогичных товаров или услуг, привязанных территориально. Следовательно, при существовании одинаковых товаров их конкурентоспособность на местном и региональном уровне будет отличаться [2]. Также стоит обратить внимание на то, что позиционирование – это разработка и создание имиджа товара для лучшего места в сознании потребителей. Тот образ, который формируется в голове у реальных и потенциальных потребителей. Это определение места товара на рынке в ряду других, аналогичных ему товаров, или же обеспечение конкурентоспособного положения с позиции потребителя. Следовательно, с позиционированием связан процесс, который помогает грамотно дистанцировать товар от конкурентов, выделить его и сделать понятным для целевой аудитории [3].

Основными требованиями к эффективному позиционированию являются: ясное представление о целевой аудитории, актуальность (позиция соответствует запросам), отличие (уникальность позволяет дифференцировать товар, что приводит к достижению конкурентных преимуществ и созданию дистанции между товарами своей фирмы и аналогичными товарами конкурентных компаний), присутствие основной идеи, простота и незамысловатость (возможность контакта с целевой аудиторией, когда информация о товаре передается посредством коммуникации или рекламы, а также формирование впечатления у людей, что компания создала товар специально для них), постоянство (позиция не должна изменяться слишком часто, особенно среди компаний, занимающих лидирующие позиции на рынке).

Говоря о целях позиционирования, можно выделить следующие главные направления: формирование четкого понимания бренда у целевой аудитории, создание чувства единства потребителя и клиента, создание определенной «картинки» в голове у целевой аудитории бренда, благодаря которой в нужный момент человек вспомнит и захочет приобрести товар, формирование доверия потребителя, отделение своего положения от конкурентов.

Имидж – один из важнейших аспектов функционирования любой организации. Это устойчивое впечатление, которое позволяет регулировать различные факторы работы компании. Он оказывает влияние на эмоции и поведение различных групп потребителей.

Основная функция заключается в формировании восприятия и в создании положительного отношения к товару. Имидж может как повысить престиж организации, тем самым подняв ее авторитет, так и понизить его. При выстраивании имиджа необходимо понимать, какое именно представление будет о вашей компании, так как это влияет на стратегию и алгоритм действий при ее создании [4].

При положительном имидже искусственно создается мнение о том, что компания с безупречной репутацией не может продавать товары низкого качества, тем самым высокая репутация является наилучшим гарантом качества предоставляемых услуг. Общественное мнение влияет на скорость и объемы продаж, следовательно, позиция бренда развивается годами при помощи рекламы, слухов и опыта использования. Она может быть узкой или рассредоточенной в зависимости от последовательности рекламирования этой компании [5].

Потребитель выбирает лучшее для себя, но добиться его расположения нелегко. Поэтому предприятия проводят колоссальную работу по поиску необходимой дополнительной пользы, которая предоставляет различные блага потребителям. Данная работа реализуется при помощи анализа потенциальных источников, предоставляющих значительную ценность покупателям, то есть, при помощи создания ценностной цепи.

Звеньями цепи являются соединение всех видов деятельности организации. В стандартной модели компаний данные звенья состоят из разработки, производства, маркетинга, сбыта, поддержки товаров и услуг. Они сгруппированы по видам: логистика, выпуск готовой продукции и обращение с ней, маркетинг, сбыт. Также существуют поддерживающие виды, например, управление, планирование, финансирование, разработка и закупка. Следовательно, они осуществляют ведение всех основных видов деятельности организации. Любой из представленных видов может быть

расширен, например, логистика – на входную и выходную, маркетинг – по отдельным функциям и т. д.

Задачей любой организации является поддержание всех видов и их совершенствование, а также выявление издержек. Для каждого вида определяется ценность с точки зрения потребителя. Через анализ видов конкурентов проясняются пути завоевания лидирующих позиций, а также установление уже предоставленных преимуществ для потребителей или выявление необходимых затрат на их реализацию [6].

Название данная схема получила из-за взаимосвязей между каждым участником цепи: организацией, потребителем, поставщиком, дистрибьютором и так далее. Решая проблемы на уровне собственной фирмы, компания может помочь поставщикам в выборе более эффективного способа производства, снижении затрат на изготовление и многое другое.

Процесс разработки позиции товара определяется посредством осуществления следующих этапов (рис. 1).

Рассмотрим каждый из представленных процессов в деталях (рис. 2).

Определение текущей позиции на рынке. Любой процесс начинается с исследования тех или иных факторов, которые имеют прямое влияние на изменение цены и ее направление в будущем, определения текущей позиции относительно конкурентов. Это помогает определить точки дифференциации товара – основу его позиционирования на определенном сегменте рынка.

Представим в виде схемы первый этап процесса позиционирования (рис. 3).

Текущее позиционирование товара на рынке. Для определения текущей позиции компании и компаний конкурентов необходимо оценить потенциальных и реальных потребителей и то, как они представляют товары. Для этого необходимо изучить конкурентов, то, как они позиционируют себя, какие акценты делают в продвижении товара, а также провести маркетинговый опрос. Он покажет восприятие товара целевой аудиторией.



Рис. 1. Процесс разработки позиции товара

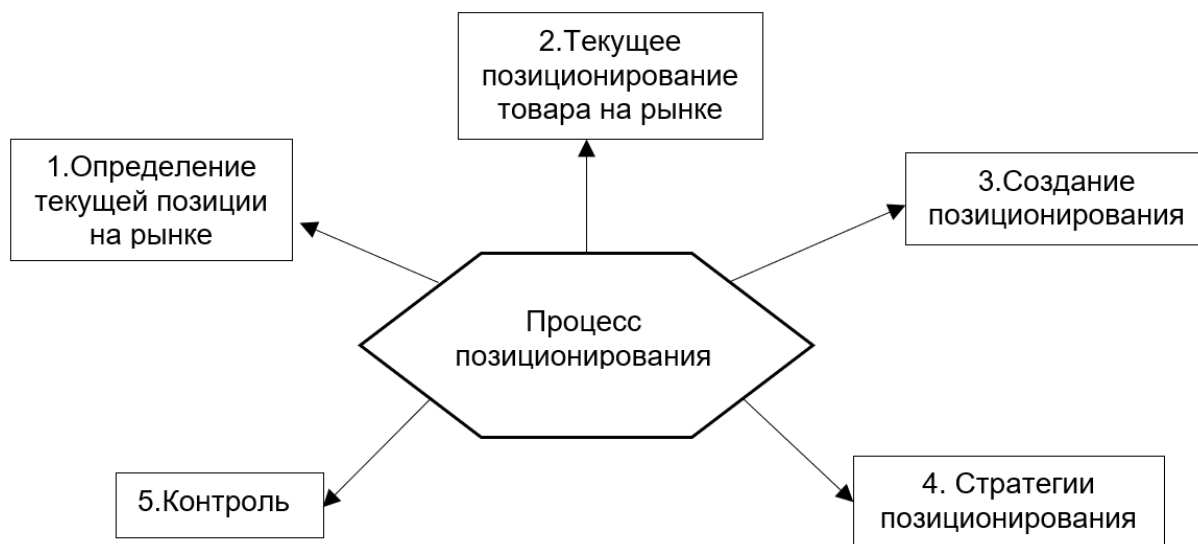


Рис. 2. Схема процесса позиционирования

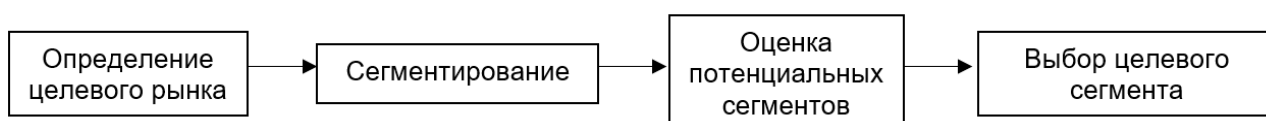


Рис. 3. Первоначальный этап процесса позиционирования

Следующим шагом является определение уникальных свойств товара и определение истинной мотивации потребителя приобрести ваш товар. Если идет разработка позиционирования не нового товара, то необходимо сделать следующий шаг – оценить текущий уровень знаний о товаре. Ведь существует такое восприятие товара, которое настолько прочно закрепилось в сознании потребителей, что любые попытки изменить этот образ не дадут положительного результата [7]. Если бренд уже закрепил свои позиции на рынке и обладает определенным уровнем известности и узнаваемости, то при обновлении стратегий

позиционирования, необходимо обязательно учитывать текущее восприятие товара. Однако, если бренд малоизвестен, то можно полностью менять позиционирование.

Представим данный подпункт в виде схемы для наглядности (рис. 4).

Создание позиционирования. На данном этапе все подготовительные работы завершены и остается работа непосредственно с самим процессом позиционирования товара, который состоит из следующих этапов: определение точек дифференциации, построение карт восприятия, тестирование разработанных концепций.

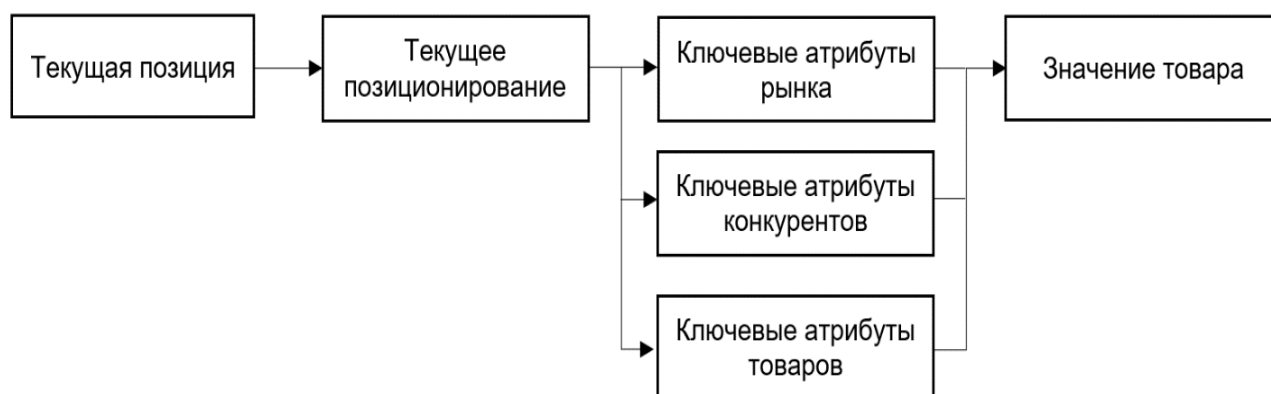


Рис. 4. Текущее позиционирование товаров на рынке

Стоит отметить, что в наше время рынок переполнен и все рыночные ниши заняты, поэтому требуется найти свободные. В этом помогут точки дифференциации. Для определения следует выполнить определенный ряд действий, например, создать новую категорию на рынке. Это позволит занять лидирующие позиции. Для этого необходимо проанализировать рынок для обеспечения основных потребностей потребителя. Наиболее привлекательная концепция будет являться точкой дифференциации и созданием аналогичного представления.

Дистанционирование от конкурентов с помощью создания товаров, не имеющего аналогов – также является одним из возможных вариантов определения точки дифференциации. Для этого необходимо проанализировать продукты конкурентов, перечислить все главные свойства, получившимся восприятиям продукта подобрать контрастное высказывание и оценить его актуальность и привлекательность для потребителей.

Следующей возможной точкой может стать занятие лидерской позиции по отношению к проблемам потребителей. Необходимо определить текущие проблемы рынка в данном сегменте и ответить на вопросы: «Решают ли данные проблемы конкуренты?», «Возможно ли лидерство в решении проблемы?» и «Привлекательно ли оно для целевой аудитории?». Если лидерство возможно, и оно привлекает потребителей, то это искомая точка дифференциации.

Сопоставление с конкурентом является тем же, что и дистанционирование, описанное во втором пункте, но оно относится лишь к одному конкуренту.

Определение точки дифференциации зависит от ситуации. Ее можно обнаружить при применении товара в одном конкретном сегменте. Это зависит от положения, при котором у потребителя, при возникновении определенной ситуации, будет возникать ассоциация именно с вашим товаром.

Аналогичность также влияет на точку дифференциации товара. Необходимо перечислить все уникальные свойства и оценить их привлекательность для потребителей.

Проблемы потребителей, которые не могут быть решены по тем или иным причинам

ни одним из представленных товаров на рынке, называют скрытым спросом. Его удовлетворение ведет к определению необходимых точек дифференциации товара.

Для эффективного функционирования предприятия необходимо проводить мониторинг восприятия продукта потребителями рынка на регулярной основе, примерно раз в год, корректируя при этом мероприятия для достижения позиции товара в определенном сегменте.

Все осуществляемые действия не должны противоречить заданной стратегии. Стратегии позиционирования – один из важнейших компонентов рекламной компании, который разрабатывается на основе принципов позиционирования и программы действий по завоеванию конкурентных позиций [8]. Разработке стратегии предшествует сегментация рынка, так как потребители, относящиеся к различным сегментам рынка, по-разному представляют идеал товара, оценивая при этом абсолютно разные характеристики. То есть позиционирование товара осуществляется для каждого отдельного сегмента.

Внедрение стратегии довольно дорогостоящая процедура, поэтому необходимо тщательно изучить процессы, принципы позиционирования, а также грамотно распределить финансирование, учесть особенности организации, ее историю и цели.

Говоря о разработке рекламной стратегии, стоит упомянуть, что любая маркетинговая стратегия базируется на комплексе маркетинга, аналогично и рекламная стратегия формируется посредством собственной структуры. Любая рекламная компания имеет определенную цель, которая зависит от конкретной политики компания, что в свою очередь может изменяться за счет конкуренции, финансовых возможностей, спроса и других различных факторов.

Рассмотрим основные составные части рекламной стратегии: целевая аудитория, имеющийся товар, то есть предмет необходимой рекламы, разработка наиболее эффективных средств распространения рекламы (каналов рекламных коммуникаций), непосредственно само рекламное обращение.

Целевой аудиторией являются потенциальные получатели рекламы. С точки зрения

маркетинговой стратегии, она практически не отличается от целевого рынка, однако менеджеры по рекламе не должны ограничивать круг своего воздействия только потребителями. Также необходимо оказывать влияние и на тех, кто принимает решение о приобретении. Например, известно, что такие предметы мужского гардероба, как нижнее белье, женщины покупают примерно в 2 раза чаще мужчин, поэтому при разработке рекламы, необходимо учитывать и данную целевую аудиторию.

Необходимо не только понимать сам предмет рекламы, но и осознавать, как именно реклама отразится в головах потенциальных потребителей. Другими словами, концепция рекламируемого товара должна отвечать на вопросы позиционирования.

В качестве примера рассмотрим сравнительный анализ бухгалтерского баланса и финансового отчета на базе данных Федеральной налоговой службы России за 2021 год приведен в таблице.

Анализ финансового состояния ООО «Вольво Карс»

Характеристика	Показатель
Организация	ООО «ВОЛЬВО КАРС»
Отрасль	45.11.1 Торговля оптовая легковыми автомобилями и легкими автотранспортными средствами
Выручка за 2021 год	34 003 млн руб. (+34 % за год) – 9 место среди 680 предприятий в отрасли
Активы на 31 декабря 2021	13 921 млн руб. (+74 % за год) – 7 место среди отраслевых предприятий
Чистые активы на 31 декабря 2021	7 174 млн руб. (+70 % за год)
Чистая прибыль за 2021 год	2 943 млн руб. (+132 % за год)

Из приведенных нами данных следует, что финансовое состояние ООО «ВОЛЬВО КАРС» лучше финансового состояния половины всех крупных предприятий, занимающихся данным видом деятельности – оптовой продажей легковых автомобилей. По данным за 2012 – 2013 года, финансовое состояние компании на 2021 год значительно улучшилось. Также необходимо отметить весомое превосходство финансового положения организации над большинством сопоставимых по масштабу деятельности организаций России, отчет которых также был проанализирован

при помощи базы ФНС России [9].

Зафиксирован рост объема продаж на всех ключевых рынках в Европе, Китае и США. 2021 год стал восьмым подряд рекордным годом по объему мировых продаж. За этот год было реализовано около 700000 автомобилей. Самым продаваемым автомобилем Volvo стала модель кроссовера XC60 [10]. На российском рынке зафиксированы следующие показатели продаж: всего на рынок было передано примерно 9000 автомобилей за первые 9 месяцев 2021 года (причем 2200 из них Volvo XC 60), что демонстрирует наглядных рост продаж в России на 13,8 %.

Рассмотрим причины успешной деятельности компании. Основной стратегией корпорации Вольво является отказ от традиционного маркетинга в сфере автомобильного рынка, акцент на финансирование маркетинга и продвижение онлайн-каналов коммуникации, участие только в одном автосалоне на каждом континенте.

С выходом на абсолютно новую маркетинговую стратегию компания получит возможность применять самые современные техники в мировом автопроме. Старший вице-президент по маркетингу Ален Виссер сообщает, что компания Volvo Cars принимает решения отказаться от единых шаблонов маркетинга в автомобильной отрасли, принятых всеми игроками, начинает создавать и претворять в жизнь новую стратегию, которая будет соответствовать всем поставленным перед компанией задачам.

Данная стратегия получила название Volvo Way To Market и теперь ее основными задачами является концентрация на лидерстве в цифровом пространстве, обслуживании клиентов, дилерских центрах, а также маркетинговых инструментах.

Главным отличием данной стратегии является участие только в трех автосалонах – в Европе, Азии и США, то есть компания готова проводить собственные ежегодные мероприятия, которые будут заменять привычные всем автосалоны. В основе стратегии лежит онлайн-ресурсы, благодаря которым компания будет демонстрировать свой бренд и свои товары, осуществлять их продвижение и продажи. Считается, что такой подход поднимет уровень обслуживания клиентов на

совершенно новый уровень и значительно улучшит работу всех дилерских центров.

Позиционирование Volvo как самого безопасного автомобиля вывело предприятие на абсолютно новый узнаваемый уровень среди аналогов. Такой славы компания добивалась очень продолжительное время, усердно работая над своей репутацией. Во всех рекламных кампаниях, информационных ресурсах, печатных и электронных изданиях она делала особый акцент на балансе безопасности и комфорта. На особом стиле и дизайне автомобилей, высоком показателе надежности и долговечности. Однако в памяти у людей всегда была и будет именно безопасность. Это является отличительной чертой Volvo, и они, несомненно, лидеры в этой области.

На сегодняшний день стратегия Volvo Cars направлена на абсолютную защищенность и надежность. По словам генерального директора, к 2025 году люди перестанут погибать при дорожно-транспортных происшествиях и получать какие-либо травмы в новых автомобилях бренда Volvo.

Компания совершенствует и создает различные функции, сосредоточенные на безопасности, начиная с момента основания – 1927 года. Менять данную концепцию компания не планирует, а будет лишь изменять технологии в соответствии с потребностями покупателей и требованиями, предъявляемыми временем.

Стоит отметить, что благодаря детальной проработке вопросов безопасности, инновационные технологии компании Volvo используются по всему миру. При помощи данного подхода удалось спасти миллионы жизней от смерти и получении травм.

К 2025 году автоконцерн Volvo Cars

планирует обеспечить максимальный уровень безопасности водителя, пассажира и даже пешехода. Планируется создать автомобиль, который будет автономен, то есть с самого начала движения и до полной остановки автомобиля все системы безопасности будут работать в фоновом режиме, тем самым исключая возможность аварии в принципе. Также в новую стратегию Volvo входит переход на электрические автомобили (к 2025 году половина объема продаж планируется на электрокары). Улучшение работы с клиентской базой предполагает, что 50 % от всех объемов продаж составят клиенты по подписки, а также примерно треть всех автомобилей будет оборудована системами и технологиями автономного вождения, позволяющими полностью контролировать действия водителя, снижая уровень смертности при участии в дорожно-транспортных происшествиях до нуля.

Таким образом, позиционирование – это самый сложный маркетинговый механизм, играющий большую роль на положении компании или определенного товара на рынке. Любой продукт нуждается в грамотно построенной стратегии позиционирования, которая будет координировать все маркетинговые атрибуты для поддержки избранной позиции. В качестве наглядного примера демонстрации удачной стратегии позиционирования рассмотрен автоконцерн Volvo Cars, который четко отражается у всех людей, знакомых с данным брендом, как производитель самых безопасных автомобилей. Анализ предприятия на примере выручки и существующих перспектив показал динамику роста компании, которая была достигнута в большей мере за счет грамотно выстроенной стратегии позиционирования.

Список источников

1. Филип Котлер. Основы маркетинга М.: Вильямс, 2007. С. 202.
2. Джек Траут., Эл Райс. Позиционирование: битва за умы. М.: Питер, 2003. С. 175–177.
3. Роджер Бест. Маркетинг от потребителя М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. С. 35.
4. Головина Т. С. Сущность процесса позиционирования и его место в построении маркетинговой стратегии // Вестник науки и образования. 2020. № 10(88). С. 33–36.
5. Андерхилл Пако. Почему мы покупаем, или Как заставить покупать. М.: Изд-во: Попурри, 2003. С. 121.
6. Скотт М. Д. Управление активами торговой марки: секреты успешных брендов. СПб.: Питер, 2001. С. 132.
7. Тимофеева Д. Т. Создаем позиционирование «нуля» [Электронный ресурс]. URL: <http://powerbranding.ru/pozicionirovanie/razrabotka-strategii/> (05.10.2022).
8. Жан-Жак Ламбен. Менеджмент, ориентированный на рынок. Питер, 2007. С. 454.
9. Audit-it.ru. Сравнительный анализ финансового

состояния. [Электронный ресурс]. URL: https://www.testfirm.ru/result/5047105054_ooo-volvo-kars (05.10.2022).

10. Семенов В. А. Кросс-захват: Volvo XC60. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/o/b/497120544072663243/> (05.10.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors

Прибыткова Валерия Игоревна,
студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
pribytkovaleria@yandex.ru

Valeria I. Pribytkova,
Student,
Aircraft Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
pribytkovaleria@yandex.ru

Яценко Светлана Анатольевна,
к.т.н., доцент,
кафедра автомобильного транспорта,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
s.a.yatcenko@gmail.com

Svetlana A. Yatsenko,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Department of Road Transport,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
s.a.yatcenko@gmail.com

Развитие выносливости во время занятий физической культурой

© Р.А. Амбарцумян, А.В. Старовойтова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Одной из важнейших проблем современного общества является значительное ухудшение физической подготовки и общего состояния здоровья нынешней молодежи. Представители студенчества, которые, казалось бы, должны быть полны жизненных сил, энергии и здоровья, все чаще страдают заболеваниями сердечно-сосудистой, дыхательной, опорно-двигательной систем. Возможной причиной этого может быть недостаток двигательной активности. В статье делается вывод о том, что на физическую активность и подготовленность молодежи, в том числе и студентов вузов, оказывает влияние такое качество как выносливость, то есть способность организма противостоять утомлению. Развитие выносливости – важное условие сохранения работоспособности и нормальной двигательной активности. В материале рассматриваются способы формирования у студентов выносливости и мотивации к занятиям физической культурой и спортом. Кроме того, проанализированы основные виды и характеристики выносливости. Сделан вывод, что, приобщая молодых людей к самостоятельным занятиям физкультурой, прививая им склонность к регулярным тренировкам, кафедра физической культуры технического университета способствует их физическому и профессиональному совершенствованию.

Ключевые слова: выносливость, физическая культура, спорт, тренировки, питание, мотивация

Endurance Development during Training Physical Education

© Rima A. Ambartsumian, Alina V. Starovoitova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. One of the most important problems of modern society is a significant deterioration in the physical fitness and general health of today's youth. Representatives of the students, who should be full of vitality, energy and health, are increasingly suffering from diseases of the cardiovascular, respiratory, and musculoskeletal systems. A possible reason for this may be a lack of physical activity. The article concludes that the physical activity and preparedness of young people, including university students, is influenced by such a quality as endurance, that is, the body's ability to resist fatigue. The development of endurance is an important condition for maintaining working capacity and normal physical activity. The article discusses ways of forming students' endurance and motivation for physical culture and sports. In addition, the main types and characteristics of endurance are analyzed. The article summarizes that by introducing young people to independent physical education, instilling in them a tendency to regular training, the Department of Physical Education of the Technical University contributes to their physical and professional improvement.

Keywords: endurance, physical education, sports, training, nutrition, motivation

Одной из главных проблем общества является значительное ухудшение физической подготовки и состояния здоровья современной молодежи [1]. Для начала рассмотрим сущность понятия «выносливость». Сжатый глоссарий терминов по физическому обучению определяет выносливость как способность продолжительно выполнять работу умеренной интенсивности при глобальном функционировании мышечной системы [2]. Все больше людей страдают от заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, причиной которых может быть недостаток активности, движения. Имеется множество научных работ по рассматриваемому вопросу, и каждый

ученый отстаивает свою точку зрения. Некоторые предполагают, что для развития общей выносливости надо использовать бег на длинные дистанции, кроссы, бег в чередовании с общеразвивающими упражнениями и упражнениями на тренировку дыхания. Очень хорошо развивают выносливость бег на лыжах, велоспорт, плавание. Остальные же эксперты говорят о целесообразности использования различных спортивных игр: футбола, баскетбола, гандбола. Также отдельные авторы, например, В.В. Кузовенков (1976) полагают, что наиболее действенными средствами повышения общей выносливости представляются продолжительный бег и кроссы с различной степенью интенсивности, мобильные и

спортивные игры, ходьба на лыжах и плавание. А.В. Лотоненко, А.А. Тимофеев (1998) считают, что самым действенным средством развития выносливости учащихся является ходьба на лыжах [3, 4]. Низкоинтенсивные продолжительные нагрузки положительно влияют на состояние многих функций организма, особенно у нетренированных студентов. Научные и экспериментальные исследования указывают на то, что выполнение физических упражнений улучшает регуляторные процессы в организме, облегчает симптомы посттравматического стрессового расстройства, улучшает процесс обмена веществ и кровоснабжения органов и тканей, что позитивно сказывается на общем физическом состоянии, самочувствии и производительности.

Цель данного исследования – оценить развитие общей выносливости студентов технического университета и определить состояние мотивации к физической активности.

Материалы и методы исследования. Для решения поставленной задачи была разработана анонимная анкета для студентов, направленная на определение их выносливости. Работа проводилась в 2022 году. В опросе участвовали 67 студентов ИРНТУ в возрасте от 18 до 22 лет.

Использовались методы: анонимное анкетирование, анализ полученных данных, общая статистика.

Анкета включала в себя 10 вопросов.

1. Что для вас спорт?
2. Часто ли вам не хватает мотивации для занятий физкультурой?
3. Как вы чувствуете себя во время занятий спортом?
4. Вы всегда с нетерпением ждете занятий физической культуры, потому что они укрепляют ваше здоровье?
5. Вы всегда находите возможность заниматься физкультурой, потому что движение доставляет вам радость?
6. Занятия физической культурой вам нужны для того, чтобы в дальнейшем использовать эти знания, навыки и умения в жизни?
7. Вы хотите заниматься физическими упражнениями и спортом, потому что это модно и престижно?
8. Занятия физическими упражнениями вам полезны, улучшают ваше настроение и

самочувствие?

9. Вам нравится, что в занятиях физической культурой есть элемент соперничества?

10. Занятия физической культуры привлекают вас играми и развлечениями?

Результаты

Анализ анкет показал следующее: на вопрос «Что для вас спорт?» 64 % студентов ответили, что для них спорт – это здоровый образ жизни. У 25 % спорт служит улучшению физической формы, 11 % не интересуются спортом (рис. 1).

ЧТО ДЛЯ ВАС СПОРТ?

- Здоровый образ жизни
- Улучшение своего тела
- Трата времени и сил

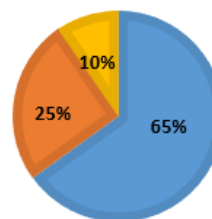


Рис. 1.

ЧАСТО ЛИ ВАМ НЕ ХВАТАЕТ МОТИВАЦИИ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ФИЗКУЛЬТУРОЙ?

- часто
- никогда
- иногда

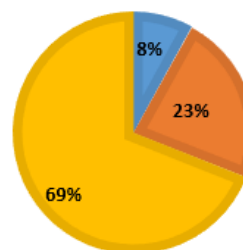


Рис. 2.

Около 69 % студентов иногда теряют мотивацию к занятиям спортом, 23 % все же готовы посвящать свое время этому, и всего 8 % учащимся все же не хватает мотивации (рис. 2). Здоровый образ жизни во многом зависит от мировоззрения студента, социального и нравственного опыта. Общественные нормы, ценности здорового образа жизни принимаются молодыми людьми как значимые

[5]. Мотивация к физической деятельности – это желание подвергать свой организм нагрузкам для достижения результатов. Формирование интереса к занятиям спортом состоит из нескольких этапов, и для начала потребуется получение основных гигиенических и психофизиологических знаний и навыков. Можно сказать, что физическая культура – это работа, направленная не только на развитие мышц, но и на получение знаний [6]. Свое состояние во время занятий спортом примерно половина опрошенных описывает как хорошее, вторая – как нейтральное. Совершенно не нравится заниматься спортом только 8 % опрошенных (рис. 3).

КАК ВЫ ЧУВСТВУЕТЕ СЕБЯ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЙ?

■ плохо, усталость, лень
■ никак, просто занимаюсь
■ прекрасно, воодушевленно

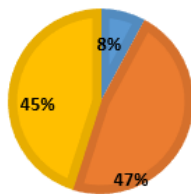


Рис. 3.

На вопрос о том, всегда ли студенты ждут занятий физической культурой, чтобы укрепить свое здоровье, 72 % ответили утвердительно. Более того, есть студенты, которые под этим предлогом не хотят заниматься физическими упражнениями самостоятельно (рис. 4).

Спорт и спортивная культура также оказывают положительное влияние на костную систему: при регулярных тренировках мышцы укрепляют кости и поддерживают их более эффективно. Объем и сила мышц увеличиваются, а устойчивость скелетных мышц повышается. При занятиях в тренажерном зале, беге, плавании или езде на велосипеде улучшается кислородное питание мышц. Под влиянием регулярных тренировок увеличивается мышечная сила, благодаря чему возрастает интенсивность обменных процессов и синтеза белка. Минерализация костной ткани и повышенное содержание кальция в организме

предотвращают развитие остеопороза. Систематические занятия физической культурой и спортом предотвращают атеросклероз, остеопороз и атрофию, а также развитие заболеваний грудного отдела позвоночника, межпозвоночных дисков, суставов. Занятия, связанные с растяжкой, – это гимнастика, а также гребля, плавание, борьба, регби, катание на лыжах и многое другое.

ЖДЕТЕ ЛИ ВЫ ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, ЧТОБЫ УКРЕПИТЬ ЗДОРОВЬЕ

■ да ■ нет

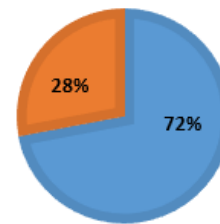


Рис. 4.

НАХОДИТЕ ЛИ ВЫ ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАНИМАТЬСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ, ПОТОМУ ЧТО ЭТО ДОСТАВЛЯЕТ ВАМ РАДОСТЬ

■ да ■ нет

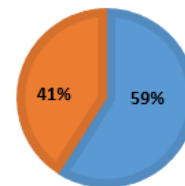


Рис. 5.

По показаниям, 59 % опрошенных студентов стараются найти время и возможность для занятий, потому что движения доставляют им радость, а остальные 41 % предпочитают вести пассивный образ жизни (рис. 5). Большинство опрошенных студентов (81%) понимает, что навыки, полученные от занятий физической культурой, будут полезны в жизни; 19 % думают, что указанные навыки не будут востребованы (рис. 6).

51 % опрошенных студентов занимаются физическими упражнениями потому, что это модно, но и процент студентов, для которых

мода не является главным фактором, значим (49 %) (рис. 7).

СЧИТАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ И НАВЫКИ ПРИГОДЯТСЯ В ЖИЗНИ

■ да ■ нет

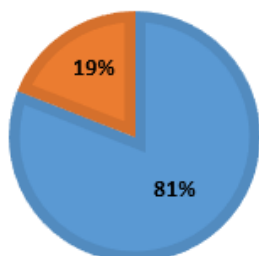


Рис. 6.

ХОТИТЕ ЛИ ВЫ ЗАНИМАТЬСЯ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ, ПОТОМУ ЧТО ЭТО МОДНО

■ да ■ нет

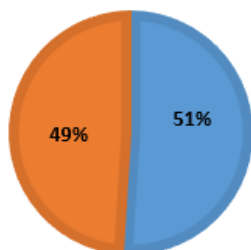


Рис. 7.

Результаты следующего опроса свидетельствуют, что у 81 % студентов во время занятий спортом поднимается настроение, улучшается самочувствие. Лишь небольшое количество не считают занятия полезными и улучшающими настроение (рис. 8). Физические упражнения влияют на нервную систему и психическое здоровье, снимая стресс и увеличивая работоспособность. Например, занятия бегом помогают избавиться от нервного напряжения и беспокоящих мыслей и улучшают мозговую активность за счет снабжения организма необходимым количеством кислорода [7]. У студентов, систематически занимающихся физической деятельностью, уменьшается тревожность, напряжение и агрессия, повышается настроение. Это происходит из-за выработки эндорфинов, являющихся

природными антидепрессантами, «гормонами счастья». За счет этого уменьшаются симптомы депрессии, стресса и бессонницы. Таким образом, физически активные люди, как правило, более оптимистичны и менее склонны к раздражительности, неврозам, депрессиям и иным психическим проблемам.

ПОЛУЧАЕТЕ ЛИ ПОЛЬЗУ С ЗАНЯТИЙ, ПОВЫШАЕТСЯ ЛИ НАСТРОЕНИЕ И САМОЧУВСТВИЕ

■ да ■ нет

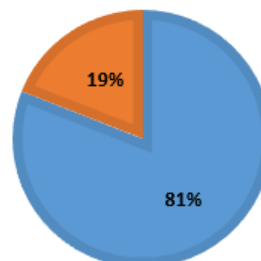


Рис. 8.

НРАВИТСЯ ЛИ ВАМ ЭЛЕМЕНТ СОПЕРНИЧЕСТВА ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЙ

■ да ■ нет

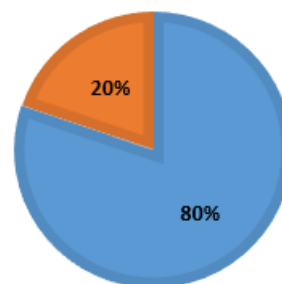


Рис. 9.

81% студентов нравится, что на занятиях физической культурой присутствует соперничество, остальные же 19 % не разделяют это мнение (рис. 9). 91 % опрошенных студентов нравятся занятия физической культурой, в которых присутствуют игры и развлечения, и всего 9 % не привлекают игры во время занятий (рис. 10).

Нет сомнений в том, что создание мотивации и интереса к занятиям спортом – непростой процесс. Для формирования хорошей мотивации необходимо применять индивидуальные и общие методы, учитывающие физические способности и образование нынешних

студентов. Представляется целесообразным использование развлечений и спортивных соревнований. Чтобы поддерживать интерес необходимо создать различные спортивные секции: настольный теннис, коррекционная гимнастика, плавание, легкая атлетика, волейбол, баскетбол, футбол. Кроме того, необходимо учитывать интересы учащихся и выявлять вид спортивных занятий, который им нравится [8].

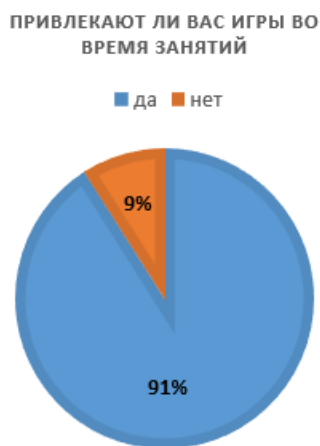


Рис. 10.

Опрос показывает, что большая часть студентов любит заниматься физической культурой, посещать занятия, но все же есть те, у кого совершенно отсутствует положительное восприятие спорта и мотивация.

Заключение

Мотивировать студентов к занятиям спортом могут гордость, страх неудачи, конкуренция, желание добиться успеха, признания со стороны сверстников, тренеров и членов семьи, желание улучшить физические навыки. Исследования показывают, что молодые люди ценят спортивные награды. Сложные задачи, такие как участие в спортивных состязаниях, приятно решать. Можно выделить два основных типа выносливости: общую и специальную. Общая вырабатывается медленно, но необходима для спортсменов со средними нагрузками. Специальная выносливость для выполнения физической работы определенного объема и интенсивности за ограниченное время [9].

Существуют также определенные типы допусков. Силовые тренировки помогают спортсменам, которые, например, поднимают штангу, подтягиваются. Им важно сохранять силу в течение длительного времени. В случае скоростной выносливости все наоборот: важнее интенсивность действия, а не его длительность.

Для развития силовой и скоростной выносливости было создано множество методов. Первый предполагает работу с определенной скоростью или интенсивностью в течение определенного периода; второй предписывает быстрое выполнение упражнений; третий включает соревновательный элемент [10].

Существуют правила тренировок для развития выносливости. Человек обладает способностью привыкать к любой нагрузке, которая выполняется в течение длительного времени. Для повышения выносливости необходимо увеличивать нагрузку, но не следует забывать о методике нагрузки, графике тренировок и отдыхе. Необходимо разработать состоящий из трех этапов план тренировок. На первом организм должен быть подготовлен к большей нагрузке, поэтому нужно укрепить мышцы и позвоночник, подготовить свое сердце и дыхательную систему, чтобы избежать повреждений от повышенной нагрузки. На втором этапе необходимо увеличить интенсивность занятий, не прекращая аэробные упражнения. На третьем этапе цель упражнения – получить желаемую выносливость.

Физические упражнения требуют интенсивной работы, которая отнимает много энергии. Как молодые люди должны питаться, чтобы восстановить силы и улучшить результаты? Отметим, что рацион спортсменов и неактивных людей значительно отличается. Более того, разные виды спорта требуют различной диеты. Развитию выносливости способствует употребление углеводов и жиров.

Развитие общей выносливости у нынешних студентов – очень важная задача физической культуры. Когда человек начинает заниматься спортом и правильно питаться, он чувствует себя намного лучше, снижается риск различных заболеваний и травм.

Список источников

1. Колокольцев М.М., Эффективность расширенного двигательного режима в физическом воспитании иностранных студенток // Теория и практика физической культуры. 2014. № 6. С. 18–20.
2. Аршавский И.А. К теории индивидуального развития (биофизические аспекты) // Биофизика. 1991. С. 36.
3. Лотоненко А.В. Педагогическая система формирования у студенческой молодежи потребностей в физической культуре // Физическая культура, спорт, работоспособность студентов. Воронеж, 1998. С. 7–8.
4. Тимофеев А.А. Оптимизация учебно-тренировочного процесса по физическому воспитанию студентов 17–18 лет в условиях технического вуза // Физическая культура и спорт – основа здоровья нации. 2015. С. 67–69.
5. Сырвачева И.С. Мотивация самостоятельных занятий физическими упражнениями // Физическая культура, здоровье: проблемы, перспективы, технологии: материалы региональной научной конференции (Владивосток, 10–11 сентября 2002 г.). Владивосток: ДВГУ, 2003. С. 108–111.
6. Майборodin С.В., Габибов А.Б., Губанов И.С., Пономарева Е.В. Формирование здорового образа жизни студентов вуза в процессе физического воспитания // Образование, культура и личность в современном российском обществе: материалы Всероссийской научно-практической конференции (пос. Персиановский, 07 февраля 2018 г.). Персиановский: Изд-во: ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 2018. С. 104–108.
7. Пономаренко А.А., Ченобытов В.А. Теоретические основы исследования учебной мотивации студентов // Молодой ученый. 2013. С. 356–358.
8. Черных З.Н., Борисенко Т.М. Физическая культура как средство профилактики заболеваний // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2018. С. 5–6.
9. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры. 1991. С. 233–236.
10. Гогунев Е.Н. Психология физического воспитания и спорта. М.: Академия, 2000. 224 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Амбарцумян Рима Агасовна,
старший преподаватель,
кафедра физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
rima.ambarcumyan@mail.ru

Rima A. Ambartsumian,
Senior Lecturer,
Department of Physical Education,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
rima.ambarcumyan@mail.ru

Старовойтова Алина Витальевна,
студентка,
Институт информационных технологий
и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
alina.trubetzkaja@yandex.ru

Alina V. Starovoitova,
Student,
Institute Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
alina.trubetzkaja@yandex.ru

Реверс-инжиниринг в металлургии

© М.А. Иванова, Е.Ю. Леонов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматриваются основное направление использования технологий реверс-инжиниринга и лазерных трекеров. Раскрывается понятие реверс-инжиниринга, его особенности и задачи. Также представлен основной принцип данной технологии. В реверс-инжиниринге стараются использовать обработку облака точек вместо полигонов, что удобнее с точки зрения упрощения модели. Это позволяет максимально увеличить детализацию объекта в местах со сложной геометрией и уменьшить на простых участках. При минимальных трудовых и временных затратах возможно создание САД-модели на основе готового изделия либо создание его чертежа для дальнейшего производства идентичных изделий для металлургической промышленности. Отметим, что внедрение технологий реверсивного инжиниринга требует времени и определенных затрат. Требуется разработать новые способы для получения данных высокой точности относительно геометрических характеристик деталей, данных о химическом составе и микроструктуре материалов.

Ключевые слова: реверс-инжиниринг, 3D-сканеры, воспроизводство, обратное проектирование, конструкторские документы

Reverse-engineering in metallurgy

© Margarita A. Ivanova, Evgeny Y. Leonov

Irkutsk National Research Technical University Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article discusses the main direction of using reverse engineering technologies and laser trackers. The concept of reverse engineering, its features and tasks are revealed. The basic principle of this technology is also presented. In reverse engineering, they try to use point cloud processing instead of polygons, which is more convenient in terms of simplifying the model. This allows you to maximize the detail of the object in places with complex geometry and reduce it in simple areas. With minimal labor and time costs, it is possible to create a CAD model based on a finished product or create its drawing for further production of identical products for the metallurgical industry. Note that the introduction of reverse engineering technologies takes time and costs. It is required to develop new methods for obtaining high-precision data regarding the geometric characteristics of parts, data on the chemical composition and microstructure of materials.

Keywords: reverse engineering, 3D scanners, reproduction, reverse engineering, design documents

Металлургия – одно из главных направлений использования технологий реверс-инжиниринга (reverse-engineering), а также лазерных трекеров. Лазерный трекер в металлургии позволяет выполнять высокоточные измерения, выставлять оборудование в проектное положение, соблюдать требования конструкторской документации, проектной геометрии деталей, сборок и прочего. Современные системы позволяют достигать более высокой точности и скорости измерений, чем традиционные средства контроля геометрии. Ознакомимся с тем, как в металлургической отрасли применяются современные технологии обратного проектирования.

Реверс-инжиниринг – это исследование готового объекта с целью понять принцип работы и его воспроизведение, но не точное

копирование. Метод отличается от традиционной разработки тем, что сначала выполняется изделие, а только потом его чертеж и другая необходимая конструкторская документация (КД) в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД). То есть КД не разрабатывается с нуля, а восстанавливается по образцу путем снятия с него размеров и изучения других его параметров. Задача реверс-инжиниринга – получить комплект технической документации в минимально возможные сроки (по сравнению с новой разработкой), по которой можно будет изготавливать изделия на любом производстве.

Активно применяется реверс-инжиниринг стал во времена Второй мировой войны и, как следствие, первоначально только в военной промышленности. Например, союзники

воссоздали немецкие канистры для топлива (рис. 1), немцы создавали свои новые танки на основе исследования попавших к ним советских танков марки Т-34 (рис. 2) и т. д.

После войны реверс-инжиниринг стал использоваться и в гражданской промышленности. На сегодняшний день он применяется в большинстве отраслей, в том числе активно в сфере IT-технологий.

На данный момент реверс-инжиниринг имеет три основные задачи (рис. 3, 4):

1) воспроизводство запасных деталей (например, если поставщик перестал отправлять их или есть потребность в быстрой замене);

2) воспроизводство старых изделий, чертежи для которых были утеряны;

3) импортозамещение изделий.

Рассмотрим принцип технологии реверс-инжиниринга. Он заключается в том, что исследуемый объект сканируют, после чего составляется полигональная модель и в конце CAD-модель (рис. 5) [1].

Разберем первый этап – сканирование. Оно может проводиться либо бело-световым сканером (рис. 6), либо лазерным (рис. 7).

Работа бело-светового сканера основана на том, что он проецирует на определенную область белый рисунок с черными квадратами.



Рис. 1. Типовые немецкие канистры времен Второй мировой войны



Рис. 2. Модель танка Т-34

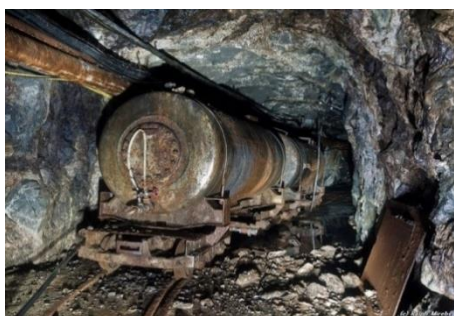


Рис. 3. Устаревшее оборудование



Рис. 4. Мелкие детали оборудования



Рис. 5. Этапы реверс-инжиниринга

**LOW
PRICE**



Рис. 6. Бело-световой сканер



**HIGH
QUALITY**

Рис. 7. Лазерный сканер



Физический объект – Облако точек Полигональная 3D-модель – CAD-модель

Рис. 8. Последовательность обработки данных сканирования

Далее устанавливаются специальные точки (рис. 8), которые будут являться ориентиром для сканера. Также можно назначить отсканированному объекту распределение точек, согласно сложности и размеру геометрических элементов. Например, плоские поверхности или цилиндрические отверстия нуждаются в меньшем объеме данных, а сложные криволинейные – в большем.

Далее проходит стадия фильтрации. Сканер определяет искажения рисунка, которые появляются вследствие неровностей на объекте, и после этого заносит все в специальную программу, которая, отталкиваясь от ориентиров-точек, создает полигональную модель. Этот процесс триангуляции представляет собой аппроксимацию поверхности треугольными пластинами с обязательной большой стыковкой между собой. Это нужно сделать для работы в CAD и получения математически описываемых поверхностей с их качественным сопряжением друг с другом либо для твердотельного моделирования с последующим получением технологии обработки в CAM.

После чего данную модель нужно обработать, т. к. она имеет недочеты из-за низкой

точности сканера (около 5 мм), и на выходе мы получим CAD-модель. На основе полученной CAD-модели создаются конструкторские и технологические документы для серийного производства готового изделия. При необходимости в полученную модель вносятся изменения и доработки. Но данный сканер уступает лазерному по всем характеристикам, кроме цены.

Работа лазерного сканера схожа по принципу работы с бело-световым, но вместо белого рисунка используется лазерный. Остальные же принципы работы совпадают. Несомненно, данные сканеры на порядок дороже предшественника, но при этом они имеют наиболее высокую точность (около 0,1–0,01 мм).

В реверс-инжиниринге стараются использовать обработку облака точек вместо полигонов, что удобнее с точки зрения упрощения модели. Это позволяет максимально увеличить детализацию объекта в местах со сложной геометрией и уменьшить на простых участках.

Реверс-инжиниринг также используется в металлургической промышленности. Ком-

плексная разработка проектов в трехмерном представлении с внедрением всей архитектурно-проектной, технологической и атрибутивной информации позволяет многократно оптимизировать проектные и производственные процессы.

Одна из главных назначений технологии реверс-инжиниринга в металлургии – оптимизация технологических и проектных процессов (рис. 9).

Помимо этого, реверс-инжиниринг позволяет довольно легко интегрировать новые технологии в уже существующие и работающие технологические циклы [2]. Также данная технология дает возможность достаточно быстро отсканировать только произведенную деталь и сделать ее CAD-версию. Кроме этого, применение лазерного сканера упрощает работу, т. к. он позволяет сканировать в узких местах, которых на металлургическом предприятии достаточно много [3]. Эта технология сейчас активно применяется из-за напряженной обстановки в мире. Реверс-

инжиниринг идеально подходит для импортозамещения оборудования и деталей.

Разработчики все активнее используют возможности искусственного интеллекта и облачных технологий в процессах сканирования и постобработки, чтобы позволить не имеющим опыта клиентам самостоятельно выполнять работу.

Это может быть полезно специалистам в самых разных областях – от врачей, сканирующих части тела, специалистов по промышленной безопасности, использующих реверс-технологии для неразрушающего контроля, до рабочих на строительных площадках.

3D-сканеры все больше проникают на потребительский рынок и, возможно, в конечном итоге станут такими же привычными как камеры на смартфонах (к слову, некоторые смартфоны уже оснащаются времяпролетным сенсором, опцией ToF-камеры на смартфоне является дополненная реальность. С ней мобильный телефон будет знать, как размещаются предметы вокруг него).

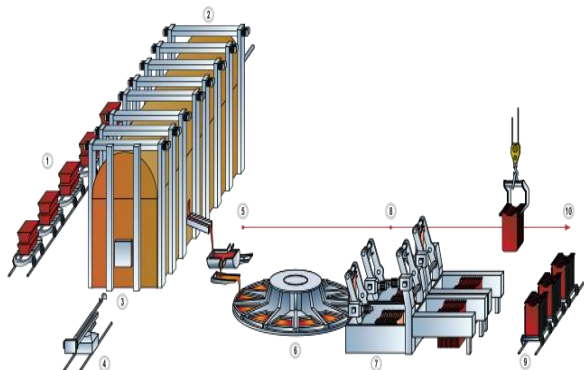


Рис. 9. Реверс-инжиниринг в металлургической промышленности

Существует тонкая грань между цифровым моделированием и обратным проектированием. Иногда оба метода могут быть верными в решении проблем с 3D-моделями. Однако реверс-инжиниринг обладает рядом преимуществ. Вот некоторые из них:

- модель может быть загружена в программы параметрического моделирования;
- параметрическая модель будет иметь ключевые точки построения с возможностью редактирования;
- в отличие от искусственно смоделированных поверхностей, модели реверсивного инжиниринга содержат больше геометрических особенностей, что делает их более пригодными для проектирования и измерений;
- реверс-инжиниринг моделей прекрасно подходит для программ инженерного анализа CFD и FEA (таких как ANSYS).

Внедрение технологий реверсивного инжиниринга требует времени и определенных затрат. Нужно разработать новые способы получения данных высокой точности относительно геометрических характеристик

деталей, данных о химическом составе и микроструктуре материалов. Особую роль играют НИОКР по разработке групп технологических операций, подтверждающих правильность выбора нового материала, основанных на расчетных и экспериментальных методиках. После проведения серии НИОКР необходимо осуществить технологическую подготовку производства, обеспечивающего изготовление детали-аналога, обладающей требуемыми функциональными характеристиками.

В настоящее время обратное проектирование особенно востребовано со стороны металлургических, энергомашиностроительных и ремонтных предприятий, а также генерирующих компаний, занимающихся производством, обслуживанием, ремонтом и эксплуатацией газотурбинной техники. В ближайшее время на цели повышения уровня технологической независимости России и поддержку научно-исследовательских конструкторских работ в рамках государственной программы планируется проводить постоянное финансирование [4, 5].

Список источников

1. Лукманов О.А. Обратный инжиниринг // CADmaster № 1 (87). 2018. С. 55–56.
2. Зеленин А.Н. Реверс-инжиниринг – прямое копирование изделия или создание с нуля? // Горная промышленность. 2019. №1 (143). С. 82–83.
3. Солодилова Н.А. Новые технологии проектирования в рамках дисциплины «САПР в машиностроении и металлургии» // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2020. №1 (32). С. 391–392.
4. Черепанов Д.В. Стратегия выхода ИТ компаний на международный рынок // Обществознание и социальная психология. 2022. № 9–2 (39). С. 384–387.
5. Тюхин М.В., Ломазов В.А., Нестерова Е.В. Поддержка принятия решений по выбору стратегии на рынке цифровых технологий. Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2023. № 2 С. 273–241.
6. Осипович Д.А., Ярушин С.Г. Выбор метода оцифровки для контроля геометрии крупногабаритных сложнопрофильных деталей и узлов авиационных двигателей // Молодой ученый. 2014. №1. С. 103–110.
7. Краваев Л.С., Новиков В.Ю. увеличение производительности крупногабаритных литых деталей в машиностроении путем отсеивания негодных заготовок с помощью 3D-сканирования // горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 1. С. 104–108
8. Петров М.А., Эльдиб И.С.А. Оптическое 3D-сканирование и оценка геометрической точности изготовления деталей и прототипов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. №12. С. 151–157.
9. Петров М.А., Эльдиб И.С.А., Азатьян Э.М. Исследование 3D-сканирования изделий и создание виртуальных копий изделий для оценки качества внутри производственных линий // Труды III Международной научно-технической конференции ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет». 2018. С. 202–207.
10. Аракулова А.А., Иванова М.А. Развитие конструктивно-геометрического мышления у студентов первого курса // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. № 4. С. 852–858.
11. Иванова М.А., Иванов А.В. Preparation and holding of business games implementation of e-learning students of the construction areas // Сборник статей IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. P.204-209/№ 4 (667) (2019) 012046.
12. Иванова М.А., Верхотурова Е.В. Ситуационные задачи как интерактивный метод обучения при изучении графических дисциплин // Сборник статей IV Международной научно-методической конференции «Качество подготовки специалистов в техническом университете: проблемы, перспективы, инновационные подходы». Могилев: Могилевский государственный университет продовольствия. 2018. С. 62–65.
13. Иванова М.А., Иванов А.В., Леонов Е.Ю. Reflection of students of IRNITU on electronic courses during distance learning // Сборник статей International Conference «Process Management and Scientific Developments» Novotel

Birmingham Centre, Birmingham, United Kingdom January 13. 2021. P.144-152.

14. Иванова М.А., Багнавец Н., Белопухов С., Клименкова С.Б, Иванов А.В. Application of a sup-ported

liquid membrane for the purification of wet-process phosphoric acid using centrifugal extractors // Сборник статей Processia Environmental Science, Engineering and Management (P - ESEM), Volume 8. No. 1. 2021, P.137-145.

Информация об авторах / Information about the Authors

Иванова Маргарита Александровна,

к.т.н., доцент,

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,

Российская Федерация,

rita-iva@yandex.ru

Margarita A. Ivanova,

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor,

Irkutsk National Research

Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk 664074,

Russian Federation,

rita-iva@yandex.ru

Леонов Евгений Юрьевич,

аспирант,

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,

Российская Федерация,

eleon.shel@yandex.ru

Evgeny Y. Leonov,

graduate student,

Irkutsk National Research

Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk 664074,

Russian Federation,

eleon.shel@yandex.ru

Использование элементов дополненной реальности при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»

© С.Б. Клименкова, Д.А. Пожарин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Активная цифровизация окружающего мира заставляет встраивать в образовательный процесс элементы виртуальной реальности. В статье анализируются ее инструменты с позиции возможности применения в процессе изучения графических дисциплин. Чаще всего в учебный процесс внедряют элементы AR-технологий, что связано с минимальными входными требованиями при создании такого контента. Авторами рассматривается несколько вариантов создания элементов дополненной реальности и общий алгоритм их внедрения. Был произведен опрос студентов на тему основных трудностей, возникающих в процессе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Анализировался опыт разных вузов, где при изучении графических дисциплин применялись всевозможные типы иммерсивных технологий. На основании этой информации был сделан вывод о том, что наиболее рационально при изучении инженерной и компьютерной графики внедрение маркерного AR-контента на базе QR-кодов. В учебный процесс были внедрены элементы AR-реальности при выполнении некоторых графических работ. Произведено сравнение результатов изучения этих тем студентами, имевшими доступ к AR-контенту и получившими задание на работу в классическом виде. По результатам проверки чертежей был сделан вывод о целесообразности применения маркерных AR-элементов для интенсификации графического воображения.

Ключевые слова: графические дисциплины, компьютерная графика, трехмерная графика, цифровизация графической информации, виртуальная реальность, дополненная реальность, AR-технологии

The use of augmented reality elements in the study of the discipline "Engineering and Computer Graphics"

© Svetlana B. Klimenkova, Danila A. Pozharin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The active digitalization of the surrounding world makes it necessary to integrate elements of virtual reality into the educational process. The article analyzes the tools of virtual reality from the perspective of the possibility of application in the process of studying graphic disciplines. Most often, elements of AR-technologies are implemented into the educational process due to minimal input requirements when creating such content. The article discusses several options for creating augmented reality elements and a general algorithm for their implementation. The article presents the result of a survey of students on the topic of the main difficulties that arise in the process of studying the discipline "Engineering and Computer Graphics". The article analyzes the experience of different universities, where various types of immersive technologies were used in the study of graphic disciplines. Based on this information, the article concludes that the most rational way to study engineering and computer graphics is to introduce marker AR content based on QR codes. Elements of AR-reality were implemented into the educational process when performing some graphic works. The article compares the results of studying these topics by students who had access to AR content and received a task to work in the classical form. Based on the results of checking the drawings, the article concludes that it is expedient to use marker AR elements to intensify graphic imagination.

Keywords: graphic disciplines, computer graphics, three-dimensional graphics, digitization of graphic information, virtual reality, augmented reality, AR-technologies

В процессе подготовки специалистов горного профиля процесс приобретения навыков работы со специальным программным обеспечением начинается при изучении базовых дисциплин. На занятиях по инженерной и

компьютерной графике студенты приобретают навыки компьютерного моделирования деталей и топографических проекций. Интенсифицировать процесс изучения дисциплин, связанных с графическими компетенциями,

может включение в обучающий курс элементов иммерсивных технологий.

Цифровая реальность достаточно активно проникла во все сферы нашей деятельности, в том числе в образовательный процесс. Термин «виртуальная» реальность происходит от латинского «*virtualis*» – возможный. В настоящее время существует множество определенных реальностей, которые можно разделить на [2]:

RR – реальная реальность, существующая без вмешательства цифрового мира.

VR – виртуальная реальность, подразумевающая полное погружение пользователя в искусственную среду и ограждение его от реальной реальности.

AR – дополненная (расширенная реальность), не подразумевающая полное погружение пользователя в цифровую среду.

MR – смешанная реальность, технология, направленная на создание среды, в которой пользователь работает с объектами, как если бы они находились перед ним в самом деле.

XR – технологии, соединяющие все предыдущие варианты реальности.

Чаще всего в образовательном процессе используется дополненная реальность. Под внедрением ее в образовательный процесс понимают добавление в обучающий контент текстов, изображений, ссылок, анимированных роликов, аудиоинформации или их совокупное использование. При этом в процессе употребления таких обучающих материалов, пользователь не погружается в отрезанный от реального цифровой мир, а наблюдает объединение реального и цифрового мира. Основным достоинством этой технологии, в сравнении с технологией виртуальной реальности с полным погружением, является высокая доступность за счет отсутствия дорогого и сложного оборудования для оцифровки и просмотра изображения. Анализ информации по использованию AR-реальности в обучающих целях показал, что наиболее важным недостатком данного способа обучения в наше время является отсутствие контента. Остальные технологии виртуальной реальности в образовании используются реже, что связано с необходимостью обеспечения достаточно большого количества пользователей специальными гаджетами (очками виртуальной

реальности, перчатками и так далее) или отсутствием специалистов, способных создать при помощи специального программного обеспечения качественный интерактивный обучающий контент [4].

В настоящее время многие горнопромышленные предприятия используют элементы цифровой реальности как в процессе разработки оборудования и месторождений полезных ископаемых, так и в процессе проверки работоспособности разрабатываемых объектов посредством использования цифровых двойников данных объектов, а также при обучении и повышении квалификации своих сотрудников. Цифровая визуализация оборудования, технологических процессов и производств позволяет видеть результирующую картину еще на начальном этапе проектирования и на основании этого оптимизировать процессы [3, 5].

Выделяют несколько вариантов создания дополненной реальности: на основе маркерной, безмаркерной и пространственной технологии [8]. Безмаркерные технологии работают на распознавание текстур по поиску ключевых точек. Пространственная технология создания объектов дополненной реальности подразумевает совпадение координатного местоположения пользователя с запланированной точкой пространства. Под маркерной технологией подразумевают внедрение специального изображения в обучающий контент, предполагающий связь с дополнительной информацией [7]. В качестве маркера могут использоваться простые геометрические объекты, сгенерированные специальным программным продуктом OR-коды. В случае, когда пользователь не имеет желания скачивать приложение для дополненной реальности, используют технологию *webAR* – переход по настраиваемому URL-адресу на сайт с AR-контентом, открываемым в браузере смартфона.

Для внедрения элементов дополненной реальности в процесс обучения необходимы следующие основные элементы [1]:

1. Оцифрованный обучающий материал, который открывается на ПК (планшете, смартфоне) с подключением к сети Интернет/Интернет.
2. Видео камера на смартфоне.
3. Специальное программное

обеспечение для создания маркеров и связи их с интерпретируемым изображением.

Для понимания того, какой AR- контент можно внедрить в курс инженерной и компьютерной графики, были опрошены студенты первого года обучения по специальности «Горное дело». Им был задан вопрос: – Что сделать проще: построить плоский чертеж на основании трехмерного изображения или трехмерную проекцию на основании плоского чертежа? В чем заключается основная сложность этой работы?

Опрос показал, что задачу по построению плоского чертежа по трехмерному изображению детали считают более легкой 86 % опрошенных. Всего 3 % предпочли построение трехмерной проекции по плоскому чертежу. Остальные испытывают сложности при работе как с трехмерными, так и двумерными чертежами. Основную сложность при выполнении работ представляет невозможность мысленного представления трехмерной версии объекта на основании двумерных проекций. По этой причине наибольшая часть проблем возникала при построении вида слева и трехмерной проекции детали по ее рабочему чертежу.

Преподаватели графических дисциплин сталкиваются с неразвитым пространственным воображением у студентов. Это связывают с тем, что в школах на уроках геометрии сосредотачивается внимание на двумерных изображениях, оставляя совершенно небольшое количество времени для решения пространственных задач [9]. В вузах сложность таких задач увеличивается, но при этом база, позволяющая свободно оперировать трехмерными проекциями, у них отсутствует. Значительный вклад в развитие пространственного воображения вносят физические макеты геометрических поверхностей и деталей. На кафедре инженерной и компьютерной графики ИРНИТУ в наличии имеются макеты для решения в процессе изучения графических дисциплин задач на сечение поверхностей, пересечение поверхностей, простейших деталей для выполнения рабочих чертежей. Но их количества недостаточно для всех вариантов заданий, выполняемых студентами. Кроме того, в современном образовательном процессе значительную долю занимают

дистанционные формы обучения, при которых у студента нет возможности взаимодействия с физическими моделями.

По этой причине использование элементов дополненной реальности в процессе первоначального накопления опыта чтения плоских чертежей сможет существенно помочь развитию у студентов навыков пространственного воображения. Так как большинство из них всегда имеет при себе смартфон с встроенной камерой и выходом в Интернет. Наиболее рациональным представляется сопровождение заданий для построения плоских чертежей специальной меткой (маркером), при наведении на который студенты могут увидеть трехмерное изображение объекта. Подобную технологию в процессе преподавания инженерной графики используют в Витебском филиале УО «Белорусская государственная академия связи», встраивая технологию дополненной реальности в существующее печатное учебное пособие [6]. В Нижегородском государственном техническом университете преподаватели графических дисциплин разработали приложение для смартфона на основе маркеров [8]. Подробно изучен опыт внедрения цифровых технологий в процесс изучения графических дисциплин в вузах России в статье В.А. Меркуловой [10].

Чаще всего в качестве маркера опрошенные студенты сталкивались с QR-кодом. По этой причине создание QR-маркера, расположенного рядом с изображением, кажется более разумным, чем создание AR-объекта на само изображение по безмаркерной технологии.

На практических занятиях по дисциплине обучающиеся ИРНИТУ по специальности «Горное дело» выполняли такую работу как построение топографической поверхности (рис. 1). В этой работе необходимо построить профиль топографической поверхности и ее объемное изображение (изометрическую проекцию или электронную модель). В качестве эксперимента студенты были разделены на две группы: первая получала карточку с планом поверхности и имела возможность просмотра виртуальной модели топографической поверхности по индивидуальному варианту; вторая группа в качестве задания получала классическую карточку с планом поверхности.

В группе, где благодаря AR-технологиям обучающиеся могли рассмотреть виртуальную модель поверхности, количество чертежей, сданных с первого раза, на 17 % превышало результаты сдачи работ, выполняющих чертеж по классическому варианту задания. При этом большая часть ошибок студентов первой группы была связана с оформлением чертежей, в то время как студенты второй группы достаточно часто допускали ошибки, связанные с пространственным пониманием задания.

При выполнении расчетно-графической

работы «Соединение болтовое» задание дополнялось маркерами, в которые зашифровалась трехмерная модель соединения болтового и ссылка на пример расчета. При наведении камеры мобильного телефона на пример выполнения работы пользователь мог увидеть формулу расчета длины болта и визуализировать элементы, входящие в формулу расчета (рис. 2). В целом возможность просмотра виртуальной подсказки к заданиям студентами воспринималась хорошо и вызвала интерес к работе.

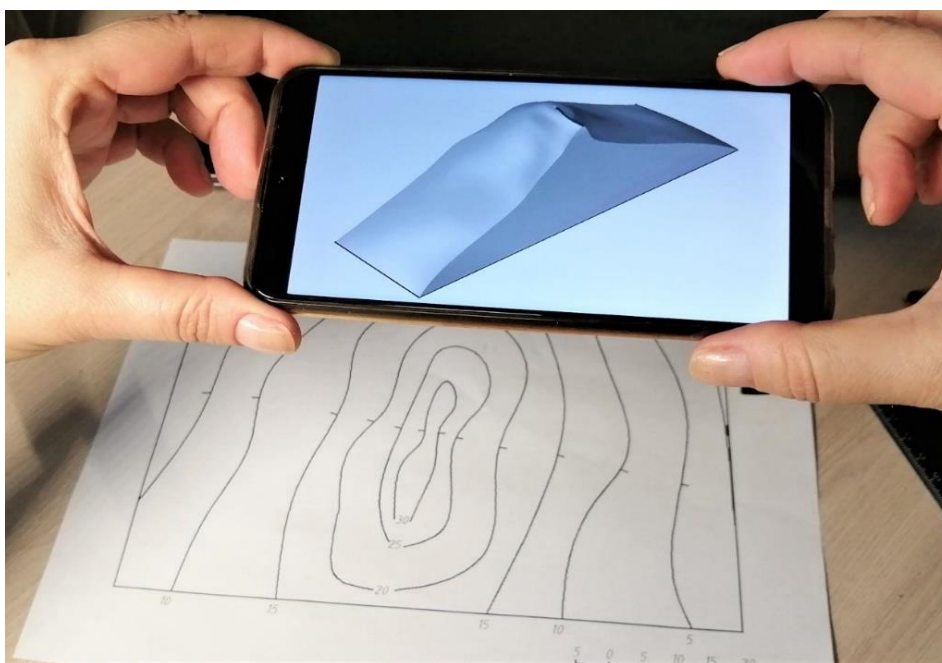


Рис. 1. Просмотр виртуальной модели топографической поверхности с карточки задания

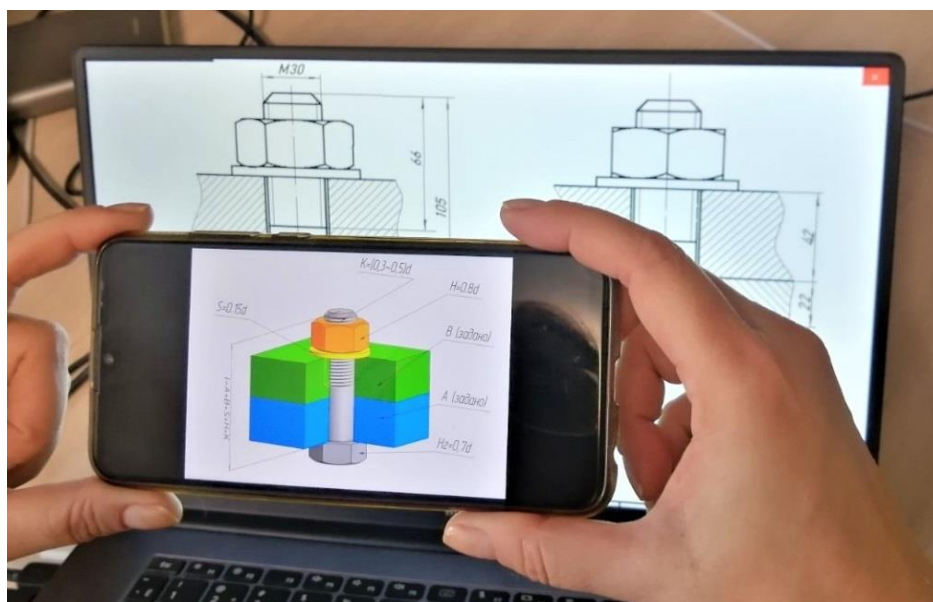


Рис. 2. Визуализация параметров болтового соединения

Заключение

Внедрение иммерсивных технологий в процесс изучения инженерной и компьютерной графики позволит повысить качество усвоения дисциплины за счет увеличения наглядности и лучшего понимания процесса отображения геометрических объектов на

чертеже. Несомненно, технологии развития метавселенной будут диктовать и другие варианты обучающих методик, но в настоящее время использование AR-технологий при изучении графических дисциплин является наиболее простым и доступным способом приобщения к цифровому миру.

Список источников

1. Волынов М.М., Китов А.А., Горячкин Б.С. Виртуальная реальность: виды, структура, особенности, перспективы развития // E-Scio. 2020. № 5 (44). С. 795–812.
2. Белоусов П.Е., Шульга Е.С., Технология смешанной реальности в горнодобывающей отрасли // Золото и технологии. 2017. № 1. С. 48 – 50.
3. Сименко Е.В., Судариков А.Е. Применение технологии компьютерного моделирования при подготовке горных инженеров. Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы // Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Брест, 20 апреля 2018 г., 381 стр., Сибстрин, БрГТУ. С. 275–282.
4. Уалиханов Д.С. Интуитивная система обучения виртуальной реальности на основе отображение для горнодобывающей промышленности // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». Изд-во: ООО "Научно-издательский центр "Академия Естествознания" М.: 2018.
5. Шагалова А.А., Томчинская Т.Н. Применение дополненной реальности при изучении начертательной геометрии // Труды международной конференции по компьютерной графике и зрению «Графикон». 2021. № 31. С. 88–92.
6. Благовещенский И.А., Демьянков Н.А. Технологии и алгоритмы для создания дополненной реальности // Моделирование и анализ информационных систем. 2013. Т. 20. № 2. С. 129 –138.
7. Шишкевич К. А. Использование технологий дополненной реальности в преподавании курса «Инженерная графика» // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов (Витебск, 19 апреля 2018 г.). Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. С. 49–50.
8. Подаев М.В. Динамическая визуализация геометрических понятий как средство развития пространственных представлений подростков // Вестник ТГПУ. 2009. Т. 9. № 87. С. 91–93.
9. Сементовская В.В. Применение технологии дополненной реальности на занятиях по графическим дисциплинам // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Брест, 26 апреля 2022 г.). Брест: БрГТУ, 2022. С. 173–176.
10. Меркулова В.А., Третьякова З.О., Шестакова И.Г. Инновации в инженерно-техническом образовании с использованием AR-технологии на примере дисциплин начертательной геометрии и инженерной графики // Перспективы науки и образования. 2022. №. 4 (58). С. 243–265.

Информация об авторах / Information about the Authors

Клименкова Светлана Богдановна,
к.т.н., доцент,
кафедра инженерной и компьютерной графики,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ksbsaqa@ya.ru

Пожарин Данила Андреевич,
студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
qwertyhlower3@gmail.com

Svetlana B. Klimenkova,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor, Department of Engineering and
Computer Graphics,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ksbsaqa@ya.ru

Danila A. Pozharin,
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
qwertyhlower3@gmail.com

Влияние дистанционного формата обучения и самоизоляции на физическую активность студентов университета

© Л.В. Кузнецова, Ю.В. Зуева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается значимость физической активности студентов технического университета в период дистанционного обучения и самоизоляции. Такой формат изначально предполагает мало-подвижный образ жизни, в связи с чем возникает проблема гиподинамии и её влияния на организм студентов. Для изучения данного вопроса был проведён анализ информации о воздействии физической активности на образ жизни человека и его здоровье. Среди студентов Иркутского национального исследовательского технического университета был проведен опрос о влиянии дистанционной формы обучения на двигательную активность. В результате исследования у студентов было выявлено снижение двигательной активности, что в дальнейшем может негативно отразиться на здоровье (плохое зрение, нарушение осанки, лишний вес и т. д.). Были определены основные причины, не позволяющие студентам поддерживать двигательную активность на должном уровне во время самоизоляции, выявлены сложности, возникшие при попытке организовать занятия физической культурой самостоятельно в домашних условиях. В качестве альтернативы организации мероприятий по сохранению двигательной активности были предложены системы пилатеса, стретчинга, суставная и дыхательная гимнастики, функциональные и силовые тренировки с собственным весом.

Ключевые слова: физическая активность, физическая культура, студенты, дистанционное обучение, самоизоляция

The influence of distance learning and self-isolation on the physical activity of university students

© Larisa V. Kuznetsova, Julia V. Zueva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article discusses the importance of physical activity of students of a technical university during distance learning and self-isolation. This format of training initially assumes a sedentary lifestyle, therefore, the concept of inactivity and its effect on the body of students is touched upon. To study this issue, an analysis of information on the impact of physical activity on a person's lifestyle and health was carried out. A survey was conducted among students of Irkutsk National Research Technical University on the impact of distance learning on motor activity. As a result, students showed a decrease in motor activity, which in the future may negatively affect their health (poor eyesight, posture disorders, excess weight, etc.). The main reasons that do not allow students to maintain motor activity at the proper level during self-isolation were identified, as well as difficulties encountered when trying to organize physical education classes independently at home were identified. Pilates, stretching systems, joint and respiratory gymnastics, functional and strength training with their own weight were proposed as an alternative to the organization of measures to preserve motor activity.

Keywords: physical activity, physical culture, students, distance education, self-isolation

Введение

При анализе понятий физическая активность и физическая нагрузка были выявлены их общие черты, взаимосвязи и различия. Физическая активность – это любые движения, производимые скелетными мышцами и сопровождающиеся расходом энергии [3, 4]. Физическая нагрузка – это мера интенсивности и продолжительности мышечной работы, определяемая величиной энергетических затрат организма, развиваемой мощностью или

объемом произведенной работы [4].

С понятием физической нагрузки Ж. К. Холодов и В. С. Кузнецов связывают понятие физических качеств, то есть социально обусловленной совокупности биологических и психических свойств человека, выражающих его физическую готовность осуществлять активную двигательную деятельность [5].

В. Ю. Лебединский и М. М. Колокольцев отмечают, что физические нагрузки представляют собой сочетание разнообразных

действий, выполняемых в повседневной жизни, а также организованных или самостоятельных занятий физической культурой и спортом, объединенных термином «физическая активность» [6]. Таким образом, можно сказать, что ходьба, бег, приседания, разминка по утрам – всё это является физической активностью, а степень интенсивности и продолжительности этих упражнений оказывает воздействие на организм человека.

В 2020 году в условиях, связанных с пандемией, большая часть вузов России перешла на дистанционный формат обучения, который способствовал малоподвижному образу жизни, что негативно повлияло на здоровье студентов [1]. Известно, что минимальный объём двигательной активности в неделю составляет 10–14 часов, тогда как Всемирная организация здравоохранения говорит о снижении активности до 80 %, что составляет менее одного часа умеренной или интенсивной нагрузки ежедневно [2, 3]. Поэтому при переходе на дистанционное обучение возникли риски и негативные факторы, которые необходимо уменьшить, научив молодых людей самостоятельно заниматься спортом.

Целью исследования является анализ физической активности студентов в условиях дистанционного обучения.

Методы исследования. С целью выявления и оценки влияния дистанционного обучения на физическую активность учащихся был проведен опрос студентов Иркутского национального исследовательского технического университета (ИрНИТУ), в котором приняли участие 103 человека. Возраст опрошиваемых – от 17 до 23 лет. Для оценки влияния

дистанционного обучения студентам были заданы соответствующие вопросы.

Результаты исследования. Установлено, что во время дистанционного формата обучения у большинства опрошенных (54,4 %) уровень физической активности снизился значительно, ещё 21,3 % заметил незначительное снижение (рис. 1).

Это можно объяснить тем, что при традиционном формате обучения студент имел возможность достаточно двигаться благодаря занятиям физической культурой, перемещениям до университета и внутри него.

Пониженная двигательная активность, т. е. гиподинамия, способна привести к нарушению функций многих органов и систем. Можно выделить следующие её основные признаки: вялость, сонливость, плохое настроение, раздражительность, общее недомогание, усталость, снижение аппетита, нарушение сна и снижение работоспособности.

Анализ двигательной активности студентов во время дистанционного обучения выявил 78 респондентов (75,7 %), которые в той или иной мере ощущали недостаток физической активности (рис. 2).

Регулярная физическая активность необходима всем людям независимо от возраста и пола. Систематические тренировки укрепляют мышечную систему, в том числе и миокард, служат профилактикой застойных явлений в легких, улучшают циркуляцию крови в сосудах. Люди, регулярно занимающиеся физическими упражнениями, имеют хорошую память, высокую работоспособность и иммунный статус.



Рис. 1. Физическая активность студентов в период дистанционного обучения



Рис. 2. Недостаток физической активности студентов в период дистанционного обучения

В настоящее время занятия физической культурой и спортом достаточно популярны. Молодёжь стремится выглядеть и быть спортивной, активной и здоровой. В городе функционирует множество секций, различных кружков спортивной направленности, крупных и небольших фитнес клубов, а также открыты и доступны к свободному посещению уличные тренажёры. Студенты, как и любой житель города, могут выбрать для себя наиболее подходящий по интересам и доступности спортивный объект для поддержания двигательной активности и улучшения физической подготовленности.

Во время пандемии все спортивные заведения были закрыты. Сохранять двигательную активность на должном уровне было гораздо сложнее, но всё же возможно благодаря утренней гимнастике, занятиям физической культурой, организованным преподавателями вуза в дистанционном формате, и самостоятельным занятиям в домашних условиях с использованием имеющегося инвентаря. Конечно, полноценно организовать занятия физической культурой в домашних условиях самостоятельно способен не каждый. На вопрос о занятиях «физическими

упражнениями в домашних условиях во время дистанционного обучения» 63 респондента (61,2 %) ответили, что самостоятельно выполняли упражнения для поддержания физической формы и отдыха от учебного процесса. Еще у 12 респондентов (11,6 %) возникало желание начать заниматься, но в силу некоторых причин они не смогли это сделать. Лишь 28 человек (27,2 %) ответили, что чувствовали себя комфортно без физической нагрузки (рис. 3).

Были проанализированы самые распространенные причины, не позволяющие студентам самостоятельно организовать занятия физической культурой. Отсутствие времени на занятия спортом в связи с плотным учебным графиком отметили (44,7 %). У 22,3 % опрошенных отсутствует опыт в самостоятельном подборе упражнений и составлении тренировочных занятий. У 17,5 % студентов отсутствовали необходимое оборудование и инвентарь. Были выявлены также причины, связанные с отсутствием мотивации (у 13,6 %) и другие факторы (1,9 %), из-за которых молодые люди не смогли организовать физическую деятельность (рис. 4).



Рис. 3. «Занимались ли вы физическими упражнениями в домашних условиях во время дистанционного обучения?»

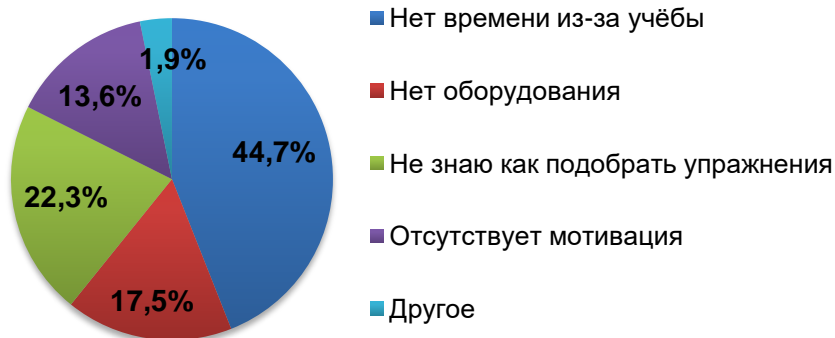


Рис. 4. Причины, не позволяющие студентам самостоятельно организовать занятия физической культурой во время дистанционного обучения

Как видим, при переходе на дистанционное обучение не все студенты смогли сохранить необходимую физическую активность и соответствующую нагрузку, что могло негативно отразиться на их здоровье. При возможном повторении эпидемиологической ситуации для предотвращения гиподинамии в условиях дистанционного обучения молодые люди должны иметь необходимые знания и мотивацию, чтобы с лёгкостью организовать самостоятельные занятия физической культурой в домашних условиях. Способствовать этому могут преподаватели кафедры физической культуры вуза, объясняя влияние физической культуры на организм и показывая значимость поддержания двигательной активности. В настоящее время в фитнесе существует множество различных методик занятий, для которых не требуется специальное оборудование и инвентарь. Стретчинг, пилатес, суставная и дыхательная гимнастики, функциональные и силовые тренировки с собственным весом – всё это можно выполнять в домашних условиях, предварительно изучив с преподавателями методику и принципы построения занятий. Владея этой информацией, студент сможет поддерживать свою двигательную активность и физическую подготовленность на должном уровне даже во время дистанционного обучения.

Стретчинг – это ряд упражнений, направленных на совершенствование гибкости, развитие подвижности суставов, увеличение амплитуды движений [7]. Упражнения из стретчинга студент может применять в качестве утренней зарядки и разминки между онлайн-

занятиями по теоретическим дисциплинам, во избежание нарушений осанки и расслабления необходимых мышц [8].

Пилатес представляет собой комплекс упражнений, направленных на развитие мышц и увеличение мышечной массы, выполняемых в медленном темпе. Основное его преимущество заключается в сбалансированности нагрузки, что снижает вероятность получения травм, делая пилатес доступным для людей с любым уровнем физической подготовки. Функциональный тренинг – это принципиально новый способ физического развития студентов, предлагающий широкие возможности для практических занятий. Его смысл в том, что человек отрабатывает движения, необходимые ему в обычной жизни, благодаря чему усиливаются мышцы, участвующие в этих движениях. Таким образом, мышцы работают самым физиологичным для них образом, именно так, как это происходит в повседневной жизни. Функциональные упражнения вовлекают в работу все мышцы тела, включая глубокие. Данный тип тренинга позволяет развить все пять физических качеств человека: силу, выносливость, координацию, гибкость и быстроту [9].

Выводы

В результате исследования было установлено, что более 70 % опрошенных ощутили недостаток физической активности во время пандемии. Стоит, однако, отметить, что некоторая часть опрошенных смогла самостоятельно организовать тренировки в домашних условиях. Снижение уровня физической

нагрузки имеет негативные последствия для зрения, опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем. Кроме того, возможны нарушения обмена веществ, приводящие к появлению лишнего веса [10]. Таким образом, студентам в период дистанционного обучения особенно необходима физическая активность. На занятиях физической культурой преподавателям вуза нужно мотивировать

студентов и прививать им потребность в занятиях физической культурой и спортом, а также знакомить с доступными формами их организации в домашних условиях. В качестве альтернативы были предложены системы пилатеса, стретчинга, суставная и дыхательная гимнастики, функциональные и силовые тренировки с собственным весом.

Список источников

1. Нуруллаева А.И. Влияние дистанционного обучения на самочувствие студентов во время пандемии // Науки об образовании. 2020. № 5. С. 54–57.
2. Колпакова Е.М. Двигательная активность и её влияние на здоровье человека // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2018. № 1 (8). С. 94–109.
3. Кузнецов М.Б. Некоторые аспекты формирования здорового образа жизни на занятиях физической культурой и спортом // Наука и практика. 2016. № 3 (68) С. 144–146.
4. Виленский М.Я., Горшков А.Г. Физическая культура и здоровый образ жизни студента. М.: КНОРУС, 2012. 240 с.
5. Кузнецов В. С, Холодов Ж. К. Теория и методика физической культуры и спорта. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 480 с.
6. Лебединский В.Ю., Колокольцев М.М. Физическая культура и физическое воспитание студентов в техническом вузе. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. 302 с.
7. Сидоров Д. Г. Стретчинг. Методические рекомендации для индивидуальных, групповых и самостоятельных занятий студентам высшей школы. Нижний Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2015. 19 с.
8. Кузнецова Л.В., Голубинова М.С., Зубрилова Д.А. Влияние занятий стретчингом на физическое и психологическое состояние студентов // Актуальные проблемы физического воспитания студентов: материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 30–31 января 2020 г.). Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2020. С. 111–113.
9. Глазина Т.А., Анплева Т.А., Акимова Т.И., Бакурадзе Н.С. Функциональный тренинг в процессе физического воспитания студентов. Оренбург: ОГУ ГОУ, 2016. 36 с.
10. Соколов Г.А. Особенности психоэмоциональных состояний студента при дистанционной форме обучения // Современное образование. 2014. № 1. С. 1–13.

Информация об авторах / Information about the Authors

Кузнецова Лариса Владимировна,
старший преподаватель,
кафедра физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kuznetso.lar@yandex.ru

Зуева Юлия Викторовна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
zuevaylia2003@mail.ru

Larisa V. Kuznetsova,
Senior Lecturer,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
kuznetso.lar@yandex.ru

Julia V. Zueva,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
zuevaylia2003@mail.ru

Физическая культура в трудовом коллективе: значение и роль, средства по восстановлению организма

© А.В. Малыхин, И.О. Павлов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье определена роль и значение физической культуры в укреплении и сохранении здоровья человека, ориентированного на здоровый образ жизни (ЗОЖ), что является одним из основных условий сохранения высокой физической и умственной работоспособности. Доказана значимость использования производственной гимнастики, которая позволяет снизить время вхождения в производственный процесс в начале рабочего дня, подготавливает человека к труду, а также помогает справиться с физическими нагрузками и утомлением. Приведены основные виды производственной гимнастики: вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультминутки, микропаузы активного отдыха, развлекательная физическая активность и даны соответствующие рекомендации к ним. Обращено внимание на восстановление организма в рабочее время. Подчеркнуто, что производственную гимнастику необходимо сопровождать различными средствами по восстановлению организма, которые включают в себя: аэрацию, аэроионизацию, ультрафиолетовое облучение и массаж. Сделан вывод, что сохранение здоровья трудящихся является не только предпосылкой для высокой производительности труда, улучшения благосостояния, но и залогом устойчивого социально-экономического развития нашей страны.

Ключевые слова: физическая культура, производственная гимнастика, вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультминутки, микропаузы активного отдыха, развлекательная физическая активность, восстановление организма

Physical culture in the work collective: meaning and role, means for restoring the body

© Anatoly V. Malykhin, Igor O. Pavlov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article defines the role and importance of physical culture in strengthening and maintaining human health, focused on a healthy lifestyle (HLS), which is one of the main conditions for maintaining high physical and mental performance. The article proves the importance of using industrial gymnastics, which allows you to reduce the time to enter the production process at the beginning of the working day, prepares a person for work, and also helps to cope with physical stress and fatigue. It presents the main types of industrial gymnastics: introductory gymnastics, physical culture break, physical minutes, active rest micro-pauses, recreational physical activity and gives appropriate recommendations for them. The article draws attention to the restoration of the body during working hours and emphasizes that industrial gymnastics must be accompanied by various means of restoring the body, which include: aeration, air ionization, ultraviolet irradiation and massage. The article concludes that maintaining the health of workers is not only a prerequisite for high labor productivity, improved welfare, but also a guarantee of sustainable socio-economic development of our country.

Keywords: physical culture, industrial gymnastics, introductory gymnastics, physical culture pause, physical minutes, micro-pauses of active recreation, recreational physical activity, body recovery

Физическая культура занимает особое место в жизни человека, в том числе в образовательных учреждениях и организациях. В первую очередь она направлена на физическое и духовное воспитание членов общества, что положительно сказывается на его благополучии. Физическая культура имеет не только духовную ценность, которая повышает в социуме общий уровень морально-нравственного развития, но и прикладную,

направленную на эффективную организацию трудовой деятельности, посредством увеличения в ней физической активности, ее культуры и уровня грамотности. Физическая культура, как важный социальный институт, ориентирована на популяризацию идей ЗОЖ, распространение знаний об правильных и научных методах укрепления и сохранения здоровья, а также социальной адаптации людей [4].

Особое место в оптимизации режима

труда и отдыха принадлежит производственной гимнастике. Богатый опыт сотен предприятий, многочисленные научные исследования, проведенные за последние два десятилетия как на производстве, так и в лабораториях, утверждают неоспоримую пользу введения рационально организованной производственной гимнастики в режим труда на различных участках современного производства [9]. Большое практическое значение производственной гимнастики видно в том, что она способствует ускорению вхождения в трудовую деятельность в начале рабочего дня.

Производственная гимнастика – это комплекс элементарных упражнений физической культуры для людей, которые стремятся повысить производительность, укрепить здоровье и предотвратить утомление сотрудников. Комплекс занятий составляется с учетом особенностей производственного труда.

Основной смысл производственной гимнастики заключается в том, что при правильном ее внедрении, она позволяет снизить время вхождения в производственный процесс в начале рабочего дня, подготавливает работника к труду, а также помогает справиться с сильной физической нагрузкой и трудностями, препятствующими трудовому процессу, что в целом повышает работоспособность сотрудников на протяжении всего рабочего дня, в особенности это облегчает работу при его окончании.

Современные производства со временем выработали стандарт, подтвержденный великим множеством различных исследований, лабораторных опытов и экспериментов, за-

ключающийся в правильном и рациональном подборе программы производственной гимнастики, которая направлена на оптимизацию трудовой деятельности и, соответственно, на повышение эффективности предприятий [9].

Вводная гимнастика. Цель вводной гимнастики заключается в повышении активности физиологических процессов в органах и системах человеческого организма, играющих главную роль в выполнении специализированных задач (рис. 1).

При этом необходимо помнить следующие особенности трудового процесса:

1. Характер двигательной активности сотрудников, их движения (напряженность, скорость, амплитуда, сила, однообразность, симметричность и т. д.).

2. Наличие людей, которые занимаются производственной гимнастикой и имеют проблемы со здоровьем (в этом случае следует делать специальные, отдельные программы производственной гимнастики).

3. Поза работников (сидячее или стоячее положение), положение их тела (изогнутость/искривление/сутулость, напряженность).

4. Характер трудовой деятельности (монотонность движений, скорость реакции, напряжение, возможность концентрации внимания, психическое состояние, усидчивость, нагрузка на мышцы и органы чувств, разнообразие труда, интенсивность интеллектуальной деятельности).

5. Степень, скорость, признаки утомляемости работников (мышечная и головная боль, раздражительность, рассеянность и т. д.).



Рис. 1. Вводная гимнастика

Физкультурная пауза нужна на производственных предприятиях во время труда для предотвращения перегрузок, снижения уровня работоспособности, умственной деятельности и переутомления. Независимо от тяжести работы, существуют общие рекомендации и методы ее проведения. Основной из них является использование упражнений, направленных на ликвидацию утомления с помощью простых потягиваний при медленном темпе работы при глубоком дыхании [1, 3, 5]. При переутомлении было замечено, что работники при любой деятельности пытаются как-то выпрямить спину, поменять дыхание на более глубокое, выполнить движения, напоминающие потягивание и расправление плеч (рис. 2).

Кроме этого, для всех групп трудящихся, которые занимаются физическим трудом разного рода (за исключением группы тяжелого физического труда), характерно выполнение в середине программы упражнений, отличающихся достаточно высокой нагрузкой на человеческий организм, что объясняется необходимостью в начале комплекса выполнения нескольких упражнений, серьезно нагружающих весь организм работника, так как первые три

занятия только подготавливают человека к нагрузкам.



Рис. 2. Физкультурная пауза

Физкультминутки содержат в себе малое количество упражнений: потягивания, приседания, круговые движения туловища, конечностей. Физкультминутки необходимы для предупреждения или полного предотвращения отрицательных последствий при тяжелой физической и умственной активности [4, 8, 10]. Упражнения требуют частого и регулярного выполнения их в течение рабочего дня (рис. 3).



Рис. 3. Физкультминутка

Микропауза активного отдыха является самой короткой из малых форм активного отдыха, применяемой на учебных занятиях, ее продолжительность составляет всего 20–30 секунд, цель которой состоит в том, чтобы ослабить общее или локальное утомление путем частичного снижения или повышения возбудимости центральной нервной системы. При этом происходит снижение утомления отдельных анализаторных систем, нормализация мозгового и периферического кровообращения. В основном для микропауз активного отдыха подбирают упражнения для снятия напряжения с глазных мышц, мышц удерживающих рабочую позу, могут выполняться упражнения в расслаблении, дыхательные упражнения (рис. 4).

Развлекательная физическая деятельность состоит главным образом из легких спортивных игр, например, настольный теннис, игры с мячом, бадминтон, которые повышают у рабочих количество и качество положительных эмоций, помогают отвлечься от основной деятельности, переключить и сосредоточить свое внимание на других вещах. А также эти игры позитивно сказываются на деятельности крупных мышц туловища и, конечно, все это оказывает благотворное влияние на восстановление организма [4, 6, 7]. Продолжительность такой легкой активности

не должна занимать много времени, то есть она должна быть в пределах 20 минут, причем такая деятельность должна заканчиваться где-то за минут 10 до начала производственной деятельности рабочего (рис. 4).



Рис. 4. Микропауза активного отдыха

После таких игр рекомендуется прогулка в течение пары минут и выполнение четырех упражнений, направленных на улучшение дыхания, приведения его в обычное стабильное и спокойное состояние, причем в это время крупные мышцы должны быть расслаблены. Проведение такой развлекательной и легкой спортивной активности в первую очередь полезно сотрудникам, занятым в труде, связанном с малоподвижным образом жизни и не требующем тяжелой физической активности.



Рис. 4. Развлекательная физическая активность: игра в настольный теннис во время обеденного перерыва

Восстановление организма в рабочее время. Как показывает практика, производственную гимнастику необходимо разбавлять средствами по восстановлению человеческого организма, включающими в себя: аэрацию, аэроионизацию, ультрафиолетовое облучение и массаж [9].

Аэрация – это мера, направленная на правильную организацию и вентиляцию рабочего места, а также на создание комфортных условий рабочим посредством проветривания, то есть увеличения количества чистого и свежего воздуха и ликвидацию прежнего, затхлого, крайне скудного на кислород и загрязненного различного рода вредными веществами, газами и смесями запаха. Аэрация на производственных предприятиях может производиться путем создания воздушных ванн, приводящих к восстановлению и даже закаливанию организма человека. Аэрация производственных помещений является могучим средством снижения температуры воздуха в рабочей зоне в цехах со значительными избытками теплоты (литейных, кузнечных, термических, машиностроительных заводов, в цехах металлургических заводов, стекольных). В большинстве случаев одновременно с аэрацией целесообразно выполнять в цехах механическую приточно-вытяжную вентиляцию, при этом механическая вентиляция и аэрация взаимно дополняют друг друга и увеличивают общий воздухообмен помещения (рис. 5).

Аэроионизация – насыщение воздуха производственных помещений отрицательными ионами, которые способствуют уничтожению болезнетворных бактерий в воздухе, улучшению общего состояния организма работающего, его активности. Она может проводиться как без отрыва от производственной деятельности, так и в виде двух трехминутных сеансов вдыхания воздуха, обогащенного отрицательными ионами, подаваемого специальными приборами – гидроаэроионизаторами. Кроме этого способствует снижению утомляемости, усталости, восстановлению сил, приводит к улучшению работоспособности, резко сокращает заболеваемость. Благоприятное влияние оказывают аэроионы как на растущий, так и на стареющий организм. Воздух, содержащий отрицательные аэроионы, нормализует функциональное состояние центральной и периферической нервной системы, а также состав и физико-химические свойства крови. Применение отрицательных аэроионов улучшает легочную вентиляцию, увеличивает потребление O_2 и выделение CO_2 , усиливает окислительно-восстановительные процессы в тканях. Отмечено стимулирующее действие аэроионов на белковый, углеводный и водный обмен, синтез витаминов (особенно группы В), стабилизирующее влияние на уровень кальция и фосфора в организме, на концентрацию сахара в крови (рис. 6).



Рис. 5. Система вентиляции помещения на заводе

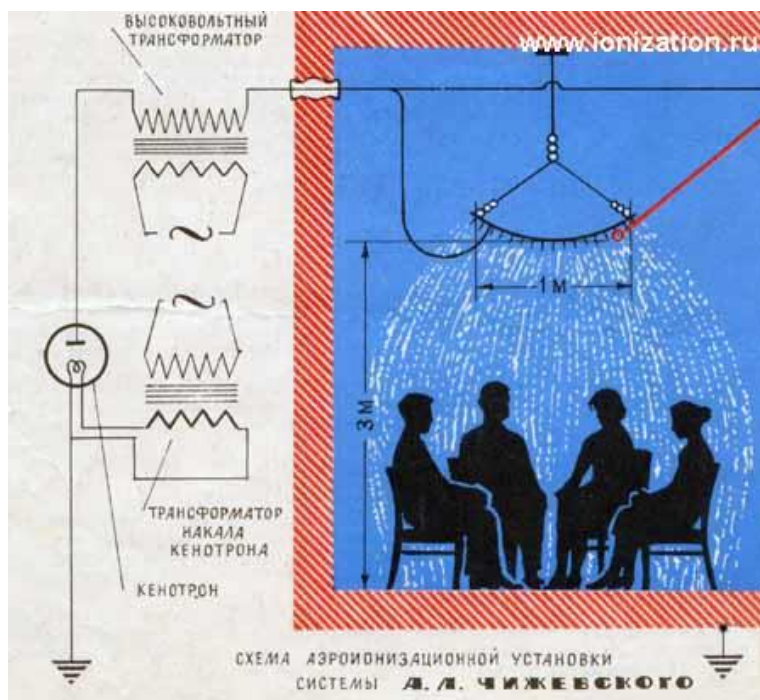


Рис. 6. Аэроионизация в помещении

Ультрафиолетовое облучение в современном, технологически развивающемся мире кажется просто незаменимым на сложных производствах, так как трудящиеся, как правило, зимой и осенью получают крайне низкий уровень естественного света, то есть нехватки того полезного, что может дать нам Солнце. А такой недостаток очень плохо воздействует на восстановление организма не только после непосредственно трудовой деятельности, но и после физической культуры, направленной на общее оздоровление человеческого организма. Разумная организация ультрафиолетового облучения на

производстве также предотвращает многие заболевания, которые негативно бы сказались на трудовой деятельности (авитаминоз, нарушения организма в области фосфорно-кальциевого обмена, скорая утомляемость и плохое самочувствие, низкая работоспособность и отсутствие возможности иммунитета справляться с чужеродными бактериями). Данное облучение должно выполняться в соответствии с медицинскими стандартами, причем в каждом производственном помещении должны разрабатываться собственные методики, не нарушающие никаких правил (рис. 7).

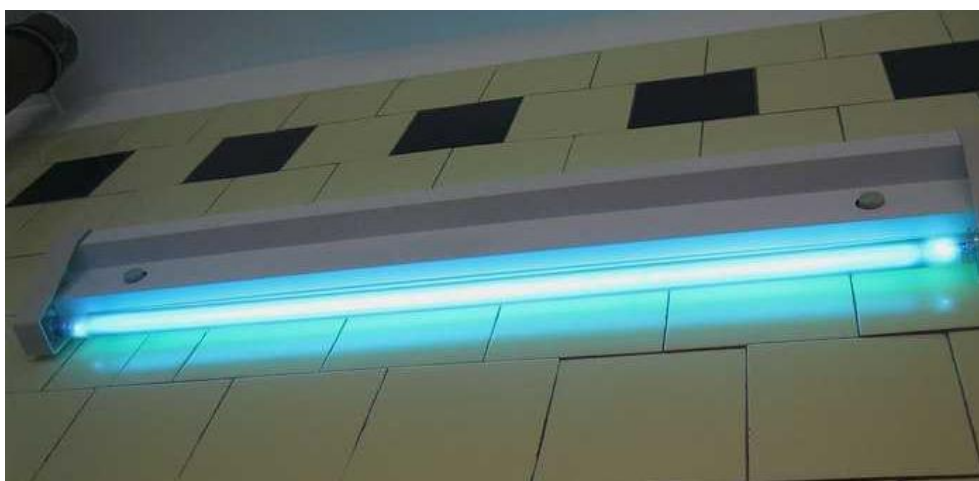


Рис. 7. Ультрафиолетовая лампа в помещении



Рис. 8. Массаж на рабочем месте

Массаж. В условиях производственного процесса массаж является отличным средством восстановления и расслабления за счет нормализации кровообращения во время работы или после профессиональной физической культуры как целого организма, так и его частей – конечностей, тела, шеи. Массаж требуется выполнять во время производственной гимнастики, соблюдая заранее проработанную программу, а также самостоятельно на протяжении трех минут во время всего рабочего дня при чувствах сильной усталости, переутомления, внезапного возбуждения или вработывания. Массаж как раз и должен действовать как успокаивающее (в физическом плане) средство, также он может стать неотъемлемой частью активного отдыха в трудовом коллективе (рис. 8).

Таким образом, сохранение здоровья трудящихся – это не только предпосылки для высокой производительности труда, улучшения благосостояния, но и залог устойчивого социально-экономического развития страны. Именно поэтому большое значение приобретают вопросы организации физкультурно-оздоровительной и спортивной работы в трудовых коллективах. На предприятиях и в организациях всех форм собственности они должны быть направлены на осуществление реабилитационных мероприятий, проведение профессионально-прикладных занятий,

послетрудовое восстановление, снижение неблагоприятных воздействий производства на человека, повышение его адаптации к профессиональной деятельности и повышение общего уровня сопротивляемости к различным заболеваниям.

В 2019 году НМИЦ ТПМ были разработаны, одобренные Минздравом России, методические материалы: корпоративные модельные программы «Укрепление здоровья работающих», приложение к корпоративным программам «Укрепление здоровья работающих», «Библиотека корпоративных программ укрепления здоровья работников». Предназначены они для практического использования специалистами при разработке профилактических программ, направленных на профилактику неинфекционных заболеваний и формирование ЗОЖ работников предприятий в рамках реализации федерального проекта «Укрепление общественного здоровья», а также являются инструментом, способствующим проведению оценки реализуемых программ с учетом научно-обоснованного подхода. По результатам оценки наиболее успешно реализуемые программы входят в библиотеку лучших практик модельных корпоративных программ по различным направлениям для дальнейшего тиражирования накопленного опыта в субъекты Российской Федерации.

Список источников

1. Бурухин С.Ф. Методика обучения физической культуре. Гимнастика. М.: Юрайт, 2022. 173 с.
2. Дзержинский С.Г., Прохорова И.В. Образовательно-

развивающие и оздоровительные виды гимнастики. Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления – филиала РАНХиГС, 2022. 127 с.

3. Кузнецов В.С., Колодницкий Г.А. Теория и история физической культуры. М.: КноРус, 2020. 448 с.
4. Кузнецов В.С., Колодницкий Г.А. Физическая культура. М.: КноРус, 2020. 256 с.
5. Бишаева А.А., Малков А.А. Физическая культура. М.: КноРус, 2020. 312 с.
6. Рубанович В.Б. Врачебно-педагогический контроль при занятиях физической культурой. М.: Юрайт, 2019. 254 с.
7. Пельменев В.К., Конеева Е.В. История физической культуры. М.: Юрайт, 2019. 184 с.
8. Шутова Т.Н., Столяр К.Э., Андрущенко Л.Б., Лукичева А.Ю. Производственная гимнастика с учетом факторов трудового процесса. М.: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2018. 236 с.
9. Лебединиха Т.М. Гимнастика: теория и методика. Екатеринбург: Уральский университет, 2017. 112 с.
10. Косилина Н.И. Колтановский А.П. Производственная гимнастика при монотонном труде. М.: Физкультура и спорт, 2014. 187 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Малыхин Анатолий Васильевич,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
malyxin18@list.ru

Павлов Игорь Олегович,
студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
wonderfulradish@gmail.com

Anatoly V. Malykhin,
Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of the Department of Physical
Culture,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074, Irkutsk,
Russian Federation,
malyxin18@list.ru

Igor O. Pavlov,
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
wonderfulradish@gmail.com

К вопросу о правовом регулировании оценки эффективности работы органов местного самоуправления

© А.И. Киселева, С.А. Абрамитов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые правовые вопросы взаимодействия органов местного самоуправления с органами государственной власти субъектов Российской Федерации в части оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления. Внимание уделяется рассмотрению показателей, используемых для оценки эффективности работы органов местного самоуправления. Авторы формулируют предложение по совершенствованию актов законодательства федерального уровня, положения которых регулируют оценку эффективности деятельности органов местного самоуправления. Указанное предложение предполагает внесение изменений в Указ Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов» и постановление Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2012 г. № 1317 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления».

Ключевые слова: органы местного самоуправления, взаимодействие органов местного самоуправления с органами исполнительной власти, оценка эффективности деятельности органов местного самоуправления, муниципальные образования, законодательство

On legal regulation of the local governments work effectiveness assessment

© Alexandra I. Kiseleva, Sergey A. Abramitov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with some legal issues of interaction of local self-government bodies with state authorities of the constituent entities of the Russian Federation in terms of assessing the effectiveness of local self-government bodies. The article focuses on the consideration of indicators used to assess the local governments' performance. The authors formulate a proposal to improve the legislative acts of the federal level, the provisions of which regulate the effectiveness assessment of the local governments' activities. This proposal involves amendments to the Decree of the President of the Russian Federation of April 28, 2008 No. 607 "On Evaluating the Effectiveness of Local Self-Government Bodies of Municipal, Urban Districts And Municipal Districts" and the Decree of the Government of the Russian Federation of December 17, 2012 No. 1317 "On Measures to Implement the Decree of the President of the Russian Federation of April 28, 2008. No. 607 "On Evaluating the Effectiveness of the Activities of Local Self-Government Bodies of Municipal, Urban Districts and Municipal Districts" and subparagraph "i" of paragraph 2 of the Decree of the President of the Russian Federation dated May 7, 2012 No. 601 "On the Main Directions of Improving the System of Public Administration".

Keywords: local self-government bodies, interaction of executive authorities of subjects with local self-government bodies, evaluation of the effectiveness of local self-government bodies, municipalities, legislation

Взаимодействие органов местного самоуправления с органами государственной власти субъектов Российской Федерации является значимым фактором для развития местного самоуправления. Статья 12 Конституции Российской Федерации закрепила организационную обособленность органов местного самоуправления от органов государственной власти, но на практике невозможно

эффективное управление в любой сфере жизни общества без четко отлаженного механизма их взаимодействия [1, с. 60].

Так, Каранда А. В. отмечает существенную роль органов государственной власти субъектов Российской Федерации в развитии местного самоуправления. Взаимодействие органов государственной власти субъектов Федерации с органами местного самоуправления в

немалой степени определяет эффективность решения социальных, экономических и иных проблем в муниципальных образованиях [2, с. 273].

Обратим внимание, что взаимодействие органов местного самоуправления с органами государственной власти субъектов Федерации способствует через решение вопросов местного значения реализации таких государственных задач как укрепление основ народо-властия, проведение мероприятий по социальной защите населения, стабилизации политической системы. В настоящее время устойчивое развитие объектов управления, в том числе местного самоуправления, стимулирует социально-экономического развитие муниципальных образований [3, с. 320].

Взаимодействие органов местного самоуправления с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации осуществляется в следующих основных формах: оказание в пределах компетенции необходимого содействия при осуществлении органами местного самоуправления своих полномочий; принятие органами исполнительной власти решений, затрагивающих интересы муниципальных образований, с учетом мнения органов местного самоуправления соответствующих муниципальных образований; планирование и осуществление совместных мероприятий органов исполнительной власти и органов местного самоуправления; оказание органами исполнительной власти информационно-методической, консультативной, организационной поддержки органам местного самоуправления и др.

Высокую степень актуальности, по мнению ряда исследователей, приобретает задача оценки эффективности работы органов местного самоуправления как со стороны общества в целом, так и со стороны государственных структур [4, с. 112].

Следует отметить, что взаимодействие органов местного самоуправления с органами государственной власти осуществляется в форме оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления со стороны органов исполнительной власти субъектов Федерации. Указанная оценка дает возможность улучшения

муниципального управления, содействуя поощрению муниципальных образований, достигших высоких значений показателей.

В полномочия органов местного самоуправления входит решение целого ряда вопросов местного значения, связанных с насущными проблемами населения, создание условий для обеспечения повседневных потребностей населения, т. к. целью и задачей муниципалитета является повышение качества жизни жителей муниципального образования [5, с. 116].

Местное самоуправление больше приближено к населению, оно играет роль первоначального звена организации публичной власти. Следует заметить, что в Конституции Российской Федерации заложены основы местного самоуправления как одной из составляющей конституционного строя России [6, с. 29].

Сбои и недостатки в работе органов местного самоуправления отрицательно отражаются на всем обществе и на государстве в целом. Для предотвращения негативных последствий и стимуляции качественного функционирования в системе взаимодействия органов государственной власти субъектов и органов местного самоуправления есть своеобразный рычаг, который выполняет функцию контроля и мотивации – оценка эффективности деятельности органов местного самоуправления способствует более эффективной работе органов местного самоуправления.

Учитывая единство государственной политики в сфере управления на всех уровнях публичной власти, можно констатировать, что и оценка эффективности деятельности органов и должностных лиц местного самоуправления увязывается с национальными целями и стратегическими задачами развития государства [7, с. 103].

Возможность оценки эффективности деятельность органов местного самоуправления закреплена в Федеральном Законе от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»¹. Для оценки эффективности используются показатели, закрепленные в Перечне показателей для оценки эффективности деятельности органов местного

¹Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: Федеральный

закон от 06 октября 2003 г. № 131-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2003. № 40. Ст. 3822.

самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов, утвержденного Указом Президента РФ от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов»² и Перечне дополнительных показателей для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 17 декабря 2012 г. № 1317 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления»³.

В ряде субъектов Российской Федерации отдельные принципы и конкретные вопросы взаимоотношений государства и муниципалитетов урегулированы региональным законодательством, в том числе на уровне основных законов (уставов и конституций) этих субъектов [8, с. 177].

Выделяются следующие основные показатели: отношение среднемесячной номинальной начисленной зарплаты работников муниципальных учреждений к среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников крупных и средних предприятий и некоммерческих организаций, расположенных на территории муниципального образования; доля населения, охваченного профилактическими осмотрами; доля амбулаторных учреждений, имеющих медицинское оборудование в соответствии с табелем оснащения; объем жилищного строительства; уровень собираемости платежей за ЖКХ; доля многоквартирных домов, расположенных на земельных

участках, в отношении которых осуществлен государственный кадастровый учет и ряд других показателей эффективности.

Дополнительные показатели, утвержденные постановлением Правительства РФ от 17 декабря 2012 г. № 1317, включает в себя показатели экономического развития, дошкольного образования, общего и дополнительного образования, культуры, физической культуры и спорта, жилищного строительства и обеспечения граждан жильем, жилищно-коммунального хозяйства, организации муниципального управления. В соответствии с этими показателями проводится мониторинг, результаты которого позволяют определить зоны, требующие приоритетного внимания органов местного самоуправления, сформировать перечень мероприятий по повышению результативности деятельности органов местного самоуправления, а также выявить внутренние ресурсы для повышения качества и объема предоставляемых населению услуг и увеличения зарплаты.

Возможный эффективный экономический рост Российской Федерации зависит от выполнения такой важнейшей задачи, стоящей перед страной, как повышение эффективности функционирования органов власти. Ориентирование на потребности, интересы и умения людей, которые проживают в различных субъектах Федерации, происходит за счет разработки стратегически значимых приоритетов развития страны в целом и ее отдельных регионов [9, с. 67].

Отметим, что указанные выше показатели, используемые для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления, ориентированы только на три вида муниципальных образований: муниципальный округ, городской округ и муниципальный район. Причем, муниципальный округ является новым видом муниципального образования, переход к которому рассчитан до 2025 года [10, с. 195.] Таким образом, в стороне остаются другие

²Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов: указ Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 // Собрание законодательства РФ. 2008. № 18. Ст. 2003.

³О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного

самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления»: постановление Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2012 г. № 1317 // Собрание законодательства РФ. 2012. № 52. Ст. 7490.

виды муниципальных образований, например, городской округ с внутригородским делением, а также внутригородская территория города федерального значения, поскольку указанные выше Указ Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 и Постановление Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2012 г. № 1317 не закрепляют показатели, предназначенные для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления данных видов муниципальных образований.

Существует необходимость совершенствования актов законодательства, положение

которых регламентируют оценку эффективности работы органов местного самоуправления в части закрепления дополнительных разновидностей муниципальных образований, эффективность работы органов местного самоуправления которых подлежит оценке со стороны органов государственной власти субъектов Федерации. В частности, распространить оценку эффективности работы органов местного самоуправления на такие виды муниципальных образований как городской округ с внутригородским делением и внутригородская территория города федерального значения.

Список источников

1. Зарипов Ф.В., Никитенко И.Г. Взаимодействие органов исполнительной власти и органов местного самоуправления (на примере Республики Татарстан) // Научный Татарстан. 2011. № 4. С. 60–65.
2. Каранда А.В. Взаимодействие органов государственной власти и органов местного самоуправления: нормативные основы, способы и методы взаимодействия // Modern science. 2020. № 12-1. С. 273–277.
3. Краснов А.В., Бадрутдинова Д.Х. Оценка эффективности деятельности органов местного самоуправления // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 20. С. 320–327.
4. Рябова Т.В., Свиридова М.В. Оценка эффективности деятельности органов местного самоуправления // Материалы Ивановских чтений. 2018. № 1-1(18). С. 113–117.
5. Палатников Д.Е., Симунин Д.С. Эффективность органов местного самоуправления: критерии оценки // Социальные и гуманитарные знания. 2019. № 2(18). С. 114–123.
6. Аминов А.Р. Органы государственной власти и местное самоуправление: проблемы и перспективы взаимодействия // Вестник Уфимского юридического института МВД России. 2015. № 3(69). С. 26–30.
7. Панченко Е.Л., Виниченко В.С. Нормативно-правовая основа системы оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления в Российской Федерации // Вестник университета Российской академии образования. 2020. № 5. С. 100–109.
8. Губачева К.Д., Аминов А.Р. Взаимодействие органов государственной власти и органов местного самоуправления в Российской Федерации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 12-2(63). С. 175–180.
9. Давыдова А.В., Кузнецова Л.М. Характеристика Российской системы оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления // Экономическая среда. 2016. № 4(26). С. 66–70.
10. Жесткова Е.С. Отдельные аспекты реформирования местного самоуправления // Альманах молодого исследователя. 2022. № 12. С. 193–196.

Информация об авторах / Information about the Authors

Киселева Александра Игоревна,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Alexandrakiselyova128@mail.ru

Абрамитов Сергей Анатольевич,
к.и.н., доцент,
кафедра теории права,
конституционного и административного права,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
sabramitov@yandex.ru

Alexandra I. Kiseleva,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Alexandrakiselyova128@mail.ru

Sergey A. Abramitov,
Cand. Sci. (History),
Associate Professor of Theory of Law, Constitutional
and Administrative Law Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
sabramitov@yandex.ru

К вопросу о вербовке несовершеннолетних в экстремистские объединения в сети Интернет

© В.С. Максимова, И.В. Курышова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема вербовки несовершеннолетних в экстремистские объединения в сети Интернет. Дается определение экстремизма и экстремистской деятельности, выделяется основная цель данной деятельности. Анализируются причины и обстоятельства, способствующие вовлечению несовершеннолетних в экстремистские объединения, перечисляются виды вербовки. Раскрывается механизм вербовки несовершеннолетних в сети Интернет, в котором рассмотрены основные этапы и действия вербовщика для вовлечения несовершеннолетнего в экстремистские объединения. Авторы приходят к выводу о необходимости комплексного подхода к решению проблемы, направленного на совершенствования системы организационно-правовых мер противодействия экстремизма, в том числе и в сети Интернет.

Ключевые слова: несовершеннолетние, вербовка, экстремистские объединения, сеть Интернет

On recruiting minors to extremist associations on the Internet

© Valeriya S. Maksimova, Irina V. Kuryshova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problem of recruiting minors to extremist associations on the Internet. The article defines extremism and extremist activity, highlights the main goal of this activity; analyzes the reasons and circumstances that contribute to the involvement of minors in extremist associations, lists the types of recruitment; the mechanism of recruiting minors on the Internet is revealed, which considers the main stages and actions of a recruiter to involve a minor in extremist associations. The authors come to the conclusion about the need for an integrated approach to solving the problem, aimed at improving the system of organizational and legal measures to counter extremism, including on the Internet.

Keywords: minors, recruitment, extremist associations, the Internet

В век современных технологий трудно представить жизнь без гаджетов, компьютеров, Интернета, социальных сетей. Интернет представляет сложное коммуникативное пространство, содержит информацию разного характера. Специалисты отмечают, что при помощи модульных всплесков информации – новостей, теорий, ярких картинок, броских заголовков формируются образы, посредством которых воспринимается тот или иной объект. Именно эти образы вызывают определенные эмоции, мысли, реакции. Информация становится инструментом направленного действия, формирует общественное мнение и поведение [1, с. 82.]. Кроме этого, формат интернет-общения позволяет знакомиться с разными людьми «заочно», быстро переводить общение, случайно завязавшееся на форумах, в группах по интересам, в доверительные отношения с виртуальным партнером. Формат же

интернет-диалога позволяет легко завязывать дискуссии, обмениваться мнениями [2, с. 168], что делает Интернет самым доступным средством убеждения, распространения информации разного характера, в том числе и экстремистского.

Молодежь, в частности, несовершеннолетние (с 14 до 18 лет), являясь активными интернет-пользователями, становятся «мишенью» для различных деструктивных организаций и обществ, которые весьма умело используют современные информационные технологии для достижения своих целей. Несовершеннолетние, в силу своей неопытности, неустойчивой психики, противоречивости, конформности поведения, агрессивности, являются самой оптимальной аудиторией для манипулирования радикально настроенных, националистических, экстремистских организаций.

Экстремизм – сложное социальное явление, представляющее угрозу для общества и государства, затрагивающее все сферы общественной жизни. Это форма отрицания общественных норм и правил в государстве как со стороны отдельных лиц, так и организаций. Под экстремистской деятельностью следует понимать насильственное изменение основ конституционного строя и (или) нарушение территориальной целостности Российской Федерации¹. В научной литературе выделяют религиозный, политический, национальный экстремизм, хотя это деление выглядит весьма условным и в чистом виде практически не встречается. Наиболее распространенными преступлениями экстремисткой направленности, совершенными несовершеннолетними, являются публичные призывы к осуществлению экстремистской деятельности; возбуждение ненависти либо вражды, а равно унижение человеческого достоинства [3, с. 66]. Подростки все чаще являются не только исполнителями, но и организаторами молодежных экстремистских объединений. В последнее время участниками и даже организаторами молодежных экстремистских группировок становятся лица женского пола (молодые девушки) [4, с. 60].

Экстремистские организации имеют определенную цель – склонение, поиск подходящих людей и их вовлечение в преступную и антисоциальную деятельность с помощью сети Интернет, т. е. вербовку несовершеннолетних. При этом необходимо все сделать так, чтобы жертва ничего не заподозрила. Особенно важно для вербовщика нарушить отношения жертвы и ее родителей. Для того чтобы втереться в доверие к жертве, предлагают сочувствие, помощь, искреннюю поддержку, говоря, что родители жертвы живут неправильно.

В криминологи выделяют некоторые обстоятельства, которые являются наиболее привлекательными для вербовки несовершеннолетних.

Причинами первого этапа являются личные, характерные особенности несовершен-

нолетнего. К таким причинам можно отнести: психологические факторы возраста и пола; социальный статус; социальные функции, которые выражаются в личностном проявлении несовершеннолетнего в общественной деятельности. Так как специально скомбинированные условия жизнедеятельности индивида с учетом его психологических особенностей личности могут дать вербовщику желаемый результат [5, с. 102].

Ко второму этапу можно отнести характеристики, которые прямо не относятся к личностным качествам несовершеннолетнего – это экономическая ситуация в стране; социальная структура, к которой непосредственно относится несовершеннолетний; культура и традиции общества.

Третий этап – это совокупность внутренних и внешних факторов, которые побуждают несовершеннолетнего вступить в террористическое объединение. Существует несколько видов вербовки:

- Принудительная вербовка. Заключается такой вид вербовки в том, что детей похищают либо уводят обманом, принуждают вступить в террористические объединения.
- Привлечение с помощью материальных стимулов: вербовщики обещают несовершеннолетним деньги, жилье, продукты питания, тем самым располагают к доверию несовершеннолетних.
- Пропаганда: группы разрабатывают продуманные до мелочей пропагандистские стратегии, направленные на то, чтобы показать преимущества вступления в группу или вызвать сочувствие.
- Транснациональная вербовка. Некоторые дети самостоятельно пересекают границу, чтобы вступить в организации экстремистского характера, другие – приезжают со своими родителями или взрослыми родственниками и по воле случая становятся участниками подобных организаций, также возможны случаи, когда дети, оказываясь жертвами насильственного похищения, пересекают границу в составе воинствующей экстремистской группы.

¹ О противодействии экстремистской деятельности: Федеральный закон от 25.07.2002 № 149-ФЗ (ред. от 14.07.2022) // Собрание законодательства РФ. 2002. 30. Ст. 1.

- Территориальная вербовка: экстремистские группы обладают контролем над территориями конкретных районов. Их власть может распространяться на школы, которые они впоследствии используют как площадки для идеологической обработки детей, привлекая их на свою сторону и побуждая к вступлению в ряды группы.

- Вербовка через Интернет: использование сетевых коммуникаций является относительно новым средством распространения пропаганды терроризма и воинствующего экстремизма. Она позволяет расширить охватываемую аудиторию и привлечь потенциальных сторонников во всем мире².

Вербовка через средства сети Интернет является самым легким способом вовлечения несовершеннолетних в экстремистскую деятельность. Действия вербовщика условно можно разделить на три этапа: подготовительный, этап вербовки, удержание в группе.

- Подготовительный – осуществляется выявление потенциального кандидата, сбор и оценка информации о нем, разработка организационно-тактических методик вовлечения его в деятельность организации.

- Непосредственный процесс вербовки – проведение ознакомительных и вербовочных бесед, привлечение к исполнению отдельных акций, а также проведение проверочных мероприятий на надежность кандидата.

- Последующее удержание кандидата в организации с использованием различных методов психологического и физического воздействия [6, с. 38].

Существует и другой подход, когда алгоритм действия вербовщика делят на семь этапов: анализ, выжидание, заманивание, вытеснение, закрепление, переход, исчезновение [7, с. 257].

Основная задача вербовщика – собрать как можно больше информации о своей жертве. Он всеми способами пытается выявить ее слабые стороны, надежды и мечты, страхи и комплексы, цели и стремления, которые в последующем можно использовать для вовлечения в экстремистские объединения.

Главной опасностью вербовки является то, что жертва не в силах распознать, что ее вербуют.

В сознание вербуемого внедряется ощущение, что в этом обществе он будет приносить пользу народу; с помощью этой организации он будет влиять на ход мировой истории, что создает одну из предпосылок вхождения в такую организацию; что это и есть стремление к благородной цели, но только при соблюдении одного условия – беспрекословного подчинения руководителю группы или организации. В результате такой «обработки» формируется боевик-смертник, который готов без каких-либо колебаний выполнить любые приказы главного эмира, а именно, совершить самоподрыв в местах массового пребывания людей, захват заложников и т. п. [8, с. 312].

Вовлечение в экстремистскую деятельность также осуществляется через компьютерные игры, ярким примером является «Большая Игра. Сломай систему», «Сокол. Мир после расовой войны» и т. п. Участники «Большой игры» осуществляли свою деятельность в игровой форме по средствам вовлечения большого числа участников диверсий против существующего в России режима.

Одним из ярких примеров создания организации экстремистского характера является «Новое величие», созданная в декабре 2017 года. Ее участниками стали молодые люди, ранее сочувствовавшие экстремистскому движению «Артподготовка», которые готовили «революцию» 5 ноября 2017 г. Знакомство молодых людей началось с общения в телеграмм-чате, сначала на разные темы, позднее на политические. 28 января 2018 г. они приняли участие в антисоциальной акции «Забастовка избирателей» и раздавали листовки с текстом «Мы – не скот! Выборам – бойкот!». Основным эпизод, на котором строилось обвинение – поездка в Хотьково на заброшенный завод, на котором проводились так называемые «учения», где участники «Нового величия» стреляли по банкам. Изначально им вменяли создание и участие в экстремистском

² Управление Организации Объединенных Наций по наркотикам и преступности, Пособие по работе с детьми, завербованными и эксплуатируемыми террористическими и воинствующими экстремистскими группами: Роль системы

правосудия. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unodc.org/documents/justice-and-prison-reform/Handbook/Russian.pdf> (3.10.2022).

сообществе, но в самый последний момент на прениях прокуратура изменила обвинение. Гособвинитель посчитал квалификацию по ч. 2 ст. 282.1 УК РФ (участие в экстремистском сообществе) излишней, оставил только «создание экстремистского сообщества» (ч. 1 ст. 282.1 УК РФ). Суд приговорил семь фигурантов этого дела – от четырех лет условно до семи с половиной – колонии.

Государство, понимая всю опасность вовлечения несовершеннолетних в экстремистские организации, особенно с использованием сети Интернет, предпринимает ряд мер организационно-правового характера, направленных на профилактику экстремизма в России: блокировка форумов, групп в социальных сетях, сайтов, совершенствование нормативно-правовой базы. Так ФЗ № 179 от 28 июня 2014 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» ввел уголовную ответственность за финансирование экстремизма и призыва к нему в сети Интернет³. Статья 150 Уголовного Кодекса РФ предусматривает ответственность совершеннолетних лиц, которые производят вовлечение несовершеннолетнего в совершение преступления путем обещаний, обмана, угроз или иным способом, совершенное лицом, достигшим восемнадцатилетнего возраста⁴.

Для предотвращения вербовки несовершеннолетних в экстремистские объединения необходимо осуществить целый комплекс мер:

- Совершенствование системы профилактических мер, направленных на противодействие экстремизму в образовательных организациях. Причем превентивную работу требуется проводить с подростками и молодежью, у которых еще не появились экстремистские наклонности, а профилактическую с подростками и молодежью, у которых уже сформировалось экстремистское мировоззрение. Субъектам профилактики следует обращать внимание на некоторые признаки в поведении несовершеннолетних, указывающие на факторы риска совершения актов насилия:

интерес к группам, посвященным скулшутингу, скулшутерам, убийствам и убийцам; использование в качестве аватара изображения, связанного с темами скулшутинга, насилия и личности убийц; публикация сообщений с признанием в любви или выражением эмпатии убийцам; активное реагирование на группы и сообщества, посвященные скулшутингу, скулшутерам, убийствам и убийцам (лайки, репосты, комментарии), подражание скулшутерам во внешнем виде (одежда, прически, аксессуары), в речи (ключевые фразы и лингвистические особенности), в мимике и жестах, в поведении (режим дня, увлечения, симпатии/антипатии и т. п.) [9, с. 161–162].

- Контроль родителей за поведением детей, т. к. именно родители должны видеть изменения во взглядах на жизнь, в поведении своих детей, в отношении к окружающим. Именно семья должна прививать уважение к общечеловеческим и моральным ценностям, воспитывать гражданскую позицию, уважение к личности, государству.

- Совершенствование информационно-пропагандистской и воспитательной работы, направленной на профилактику и предупреждение экстремистских проявлений.

- Разработка информационных технологий и программ, направленных на блокировку сайтов, форумов, групп в социальных сетях экстремистской направленности.

- Осуществление непрерывного, более жесткого контроля со стороны государства контента экстремистской направленности и своевременное блокирование таких материалов в сети Интернет.

- Создание государственных программ, направленных на разрешение правовых, экономических, духовных проблем несовершеннолетних. Вовлечение несовершеннолетних в волонтерскую деятельность, являющуюся общественно полезной (забота о бездомных животных, помощь пенсионерам и т. п.).

В связи с вышесказанным, Российской Федерации необходимо сформулировать требования к обороту информационной продукции, а также выделить основные положения по

³ О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 179. // Собрание законодательства РФ. 2014. № 26 (часть I), ст. 3385.

⁴ Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 29.03.2022) // Собрание законодательства РФ. 1996. № 25. ст. 150.

проведению экспертизы, осуществления государственного надзора и общественного контроля за исполнением законодательства о защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию [10, с. 195].

Только комплексный подход может минимизировать риски и разрешить проблему вербовки несовершеннолетних в экстремистские организации в сети Интернет.

Список источников

1. Тхазеплов Т.М. Интернет как один из способов вовлечения лиц в экстремистскую деятельность // Журнал прикладных исследований. 2022. № 3. Т. 1. С. 81–84.
2. Соколовский К.Г. Использование религиозными террористическими организациями возможностей коммуникации в сети интернет: особенности проявления и вопросы противодействия // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. 2016. № 15(236). С. 166–171.
3. Семенюк Р.А. Основные причины преступлений экстремистской направленности, совершаемых несовершеннолетними // Современная молодежь и вызовы экстремизма и терроризма в России и за рубежом: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (Горно-Алтайск, 16–18 мая 2019 г.). Горно-Алтайск: Изд-во Горно-Алтайский государственный университет. 2019. С. 65–68.
4. Гаевская И.И. К вопросу о проблеме молодежного экстремизма // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2018. № 5. С. 58–65.
5. Сумина Е.А. Социально-психологические механизмы вовлечения молодежи в террористическую и экстремистскую деятельность // Академическая мысль. 2019. № 2(7). С. 101–105.
6. Голяндин Н.П. Мотивации вербовки в экстремистские и террористические организации // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2013. № 2(20). С. 37–40.
7. Каптигулов Е.А., Амосова А.В., Курышова И.В. Безопасность в сети Интернет в контексте борьбы с терроризмом // Безопасность-2019: материалы докладов XXIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием «Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира» (Иркутск, 16–19 апреля 2019 г.). Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2019. С. 256–259.
8. Кельдасов Т.Д. Вербовка Российской молодежи экстремистскими организациями // Современный ученый. 2019. № 4. С. 310–314.
9. Волженин В.В. К проблеме профилактики проявления экстремизма несовершеннолетних // Аграрное и земельное право. 2020. № 12(192). С. 160–162.
10. Ильясов Д.Ф. Проблема предупреждения экстремизма среди несовершеннолетних // Вестник современных исследований. 2018. № 8.3(23). С. 194–195.

Информация об авторах / Information about the Authors

Максимова Валерия Сергеевна,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
valeriya.maksimova.2002@mail.ru

Курышова Ирина Васильевна,
к.и.н., доцент,
заведующий кафедрой теории права,
конституционного и административного права,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kiw09@mail.ru

Valeria S. Maximova,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
valeriya.maksimova.2002@mail.ru

Irina V. Kuryshova,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
Head of the Department of Theory of Law,
Constitutional and Administrative Law,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
kiw09@mail.ru

Исследование по регенерации цианида и извлечению меди из оборотного раствора золотоизвлекательной фабрики

© В.Ф. Бартанов, А.А. Васильев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы переработки золотоносных руд с повышенным содержанием меди по технологиям, включающим цианидное выщелачивание. Исследовано негативное влияние меди на технологический процесс извлечения золота. Описаны способы регенерации цианида, применяемые в настоящее время на золотодобывающих предприятиях. Приведены результаты лабораторных исследований по регенерации цианида и извлечению меди из оборотного раствора одной из действующих золотоизвлекающих фабрик (ЗИФ). Испытана технология, основанная на подкислении оборотного раствора ЗИФ, с последующим осаждением сульфида меди и нормализацией pH. Установлено, что кондиционирование оборотного раствора золотодобывающей фабрики следует проводить с коэффициентом избытка сернистого натрия равным 165 % ($3,70 \text{ кг/м}^3$) от стехиометрического расхода реагента и оптимальным значением pH раствора на уровне 4,0. При данном значении pH расход серной кислоты составил $11,17 \text{ кг/м}^3$. Регенерация цианида и извлечение меди из оборотного раствора благоприятно скажутся на технико-экономических показателях работы ЗИФ. После реализации данной технологии из 1 м^3 оборотного раствора будут получены 4,58 кг медного концентрата и регенерированного цианида в количестве 3,24 кг. Также следует ожидать повышения качества катодного осадка, что снизит затраты на аффинаж лигатурного золота.

Ключевые слова: цианид, регенерация, оборотный раствор, медь

Study of cyanide regeneration and copper recovery from the cycling solution of a gold extracting factory

© Valerii F. Bartanov, Andrei A. Vasiliev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problems of processing gold-bearing ores with a high copper content by technologies including cyanide leaching. It studies the negative impact of copper on the technological process of gold extraction. The article describes the methods of cyanide regeneration currently used in gold mining enterprises. The article presents the results of laboratory studies on the regeneration of cyanide and the extraction of copper from the cycling solution of one of the operating gold extracting factories. The article tests a technology based on acidification of the cycling solution with subsequent precipitation of copper sulfide and normalization of pH. The article establishes that the conditioning of the cycling solution of the gold extracting factory should be carried out with a coefficient of excess sodium sulfide equal to 165% (3.70 kg / m^3) of the stoichiometric flow rate of the reagent and the optimal pH value of the solution at the level of 4.0. The consumption of sulfuric acid is 11.17 kg/m^3 at this pH value. Regeneration of cyanide and extraction of copper from the circulating solution favorably affect the technical and economic performance of the gold extracting factory. Implementation of this technology makes it possible to obtain 4.58 kg of copper concentrate and regenerated cyanide in the amount of 3.24 kg from 1 m^3 of cycling solution. The quality of the cathode deposit is also improved, which reduces the cost of refining alloyed gold.

Keywords: cyanide, regeneration, cycling solution, copper

С каждым годом снижается доля богатых золотосодержащих руд, вовлекаемых в переработку, а количество руд с низким содержанием золота увеличивается. Эти тенденции приводят к тому, что в переработку все чаще вовлекается сырье сложного состава, извлечение золота из которого традиционными методами малоэффективно [1]. В настоящее время основным процессом промышленного

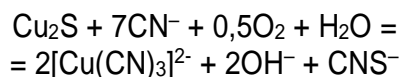
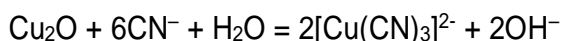
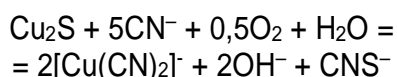
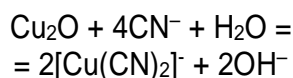
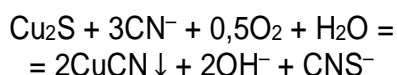
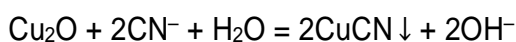
извлечения золота из руд является цианид сорбционная технология, которая подразумевает использование цианида натрия для растворения золота.

Процесс цианирования является селективным, однако при выщелачивании золото-содержащего сырья в раствор помимо золота могут в большом количестве переходить примеси: цинк, медь, кадмий и другие металлы.

Данные примеси переходят в раствор в виде цианидных комплексов $[Me(CN)_{n+1}]^{n-}$, где $n = 1, 2$ и 3 . Растворение примесей приводит к высокому расходу цианида натрия ($NaCN$). Особое место среди руд, проявляющих высокую активность по отношению к $NaCN$, занимают золотосодержащие руды с повышенным содержанием меди [2].

Окисленные медные минералы, такие как малахит ($Cu_2CO_3(OH)_2$), брошантит ($Cu_4SO_4(OH)_6$), азурит ($2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) и куприт (Cu_2O) быстро и почти полностью растворяются в цианидных растворах. Простые сульфиды меди, к которым относятся халькозин (Cu_2S) и ковеллин (CuS), а также некоторые другие медные минералы (борнит (Cu_5FeS_4) и энаргит (Cu_3AsS_4), полно, хотя несколько медленнее, чем окисленные минералы, взаимодействуют с цианидными растворами и образуют растворимые соединения. Хризоколла ($CuSiO_3$) слабо взаимодействует с цианидным раствором [3]. Халькопирит ($CuFeS_2$) также подвергается частичному растворению в процессе цианирования.

Наличие в руде меди может привести к расходу свободного цианида. Так, каждый 1 % меди в цианируемой руде/концентрате может поглощать до 30 кг/т цианида натрия, что неблагоприятно влияет на экономику процесса [4]. Медь переходит в цианидные растворы в виде комплексных анионов $[Cu(CN)_{n+1}]^{n-}$, где $n = 1, 2$ и 3 . По следующим химическим реакциям (на примере куприта и халькозина):



Образование нерастворимого соединения

$CuCN$ по первым двум реакциям происходит в условиях недостатка свободного цианида. В промышленных условиях в растворах присутствует смесь комплексов $[Cu(CN)_2]^-$ и $[Cu(CN)_3]^{2-}$.

При использовании раствора выщелачивания в обороте возникает эффект накопления меди, которая связывается в цианидные комплексы, тем самым снижая концентрацию свободного цианида [5]. Также накопленная в растворе медь негативно сказывается на других технологических показателях:

1. Снижается емкость сорбента по золоту. При этом для сохранения извлечения золота требуется проведение процесса сорбции с повышенным потоком сорбента. Это в свою очередь приводит к необходимости увеличения производительности процессов десорбции и электролиза, что негативно сказывается на капитальных затратах при реализации технологии [6].

2. В процессе сорбционного цианирования значительная часть меди совместно с золотом переходит на активированный уголь. При последующей десорбции золота с сорбента медь также извлекается в элюат и далее при электролизе осаждается совместно с благородными металлами, тем самым загрязняя получаемые катодные осадки. Это приводит к снижению качества получаемого лигатурного золота и вследствие этого – к повышению затрат на аффинаж [6].

3. Проведение процесса сорбционного выщелачивания с повышенным потоком сорбента приводит к увеличению механических потерь угля и связанного с ним золота, что негативно сказывается на уровне извлечения металла.

Наиболее распространенным приемом переработки золотых руд с повышенным содержанием меди является предварительное обогащение с последующим селективным извлечением меди и золота [2]. В ряде случаев не менее эффективными вариантами переработки таких руд и концентратов являются технологии, предусматривающие попутное извлечение меди и регенерацию цианида из растворов цианидного выщелачивания.

Одним из методов регенерации цианида является технологический процесс Acidification Volatilization Reneutralization (AVR). Для

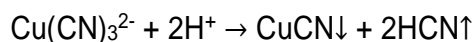
регенерации цианида по данной технологии предусмотрена обработка оборотного раствора ЗИФ раствором серной кислоты в емкости с последующим сгущением суспензии с добавлением флокулянтов. При этом сгущенный продукт направляется на фильтрацию, а получаемый при этом фильтрат вместе со сливом сгустителя подвергается многостадийной аэрации для отдувки цианистого водорода. Получаемые газы, содержащие синильную кислоту, направляют в скруббер, в котором происходит их нейтрализация щелочными растворами до получения концентрированного раствора цианида натрия. По данным [7] процесс AVR позволяет регенерировать до 67 % цианида натрия, затраченного на растворение медных минералов.

Существует вариант AVR-технологии [8], в котором регенерация цианида натрия осуществляется непосредственно из пульпы без предварительного разделения на жидкую и твердую фазы, что сокращает капитальные и эксплуатационные затраты. Содержание твердой фазы в пульпе исходного продукта при этом может находиться в пределах от 25 до 40 %.

К преимуществам процесса AVR можно отнести высокую скорость извлечения цианида и получение в результате процесса

концентрированного по цианиду натрия раствор.

Помимо неоспоримых преимуществ, у данной технологии есть существенный недостаток, заключающийся в том, что отходы после регенерации цианида содержат в своем составе большое количество цианида меди в форме нерастворимого CuCN , который образуется по реакции:



Таким образом, медь осаждается в виде соединения CuCN , которое является токсичным и не может быть реализовано в качестве товарной продукции. За счет этого получаемые в результате AVR отходы являются непригодными для складирования в окружающей среде и требуют дополнительного обезвреживания.

Отмеченные недостатки устраняются при использовании технологии Sulfidation Acidification Recycling Thickening (SART). Это простая и эффективная технология, которая обеспечивает регенерацию цианида при одновременном извлечении меди [1]. Принципиальная технологическая схема данного процесса приведена на рис. 1.

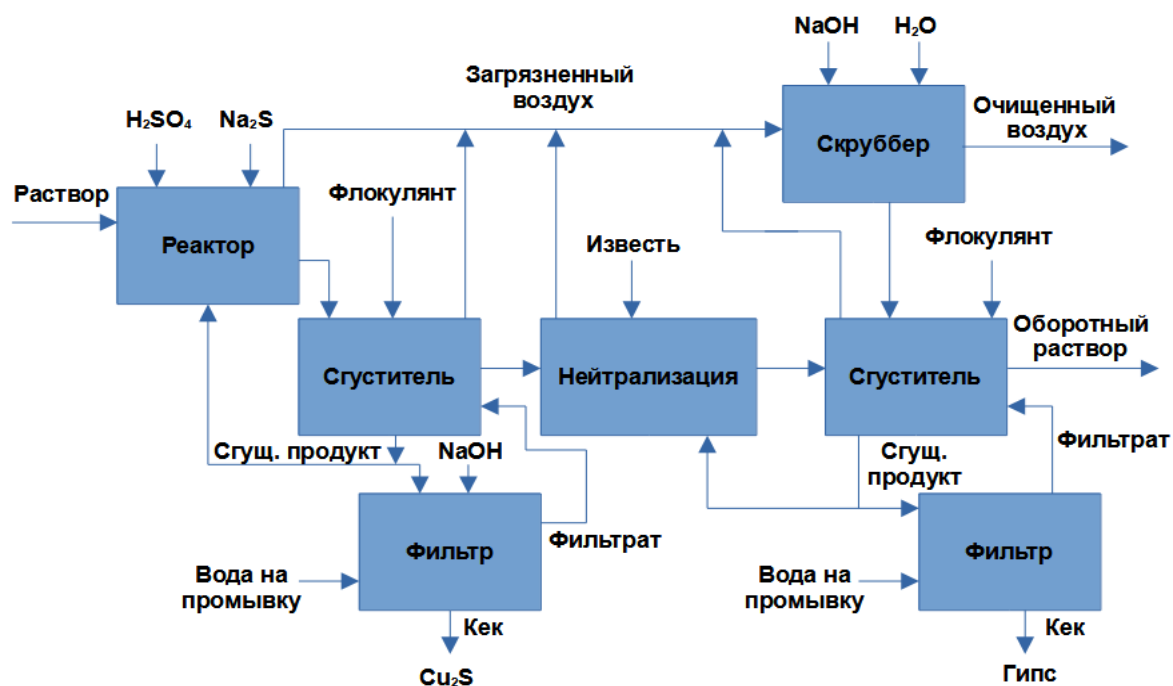
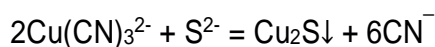
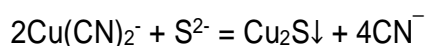


Рис. 1. Технологическая схема процесса SART

Данный способ кондиционирования основан на понижении уровня pH серной кислотой до 3,5–5,5 с добавлением сульфидосодержащего реагента (H₂S, NaHS или Na₂S) для осаждения сульфида меди. В результате обработки получают концентрат меди в форме Cu₂S, который может быть реализован в качестве товарной продукции. Далее полученный раствор подвергают нейтрализации до pH не менее 10,5 с использованием NaOH или Ca(OH)₂. Раствор после нейтрализации содержит повышенное количество свободного цианида и может быть повторно использован в технологическом процессе [9]. Разложение цианидных комплексов меди и получение медного концентрата осуществляется по следующим химическим реакциям:



Полученный медный концентрат обезвреживают путем сгущения и фильтрации в пресс-фильтре [10]. Кек фильтрации промывают от цианида водой с добавлением едкого натрия. Добавление гидроксида натрия необходимо для предотвращения выброса синильной кислоты в атмосферу цеха при разгрузке кека фильтрации.

Применение данной технологии позволяет регенерировать порядка 95 % цианида, связанного в медных комплексах. При этом извлечение меди из раствора может достигать 99 % [1].

Конечными продуктами переработки растворов являются:

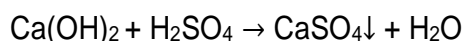
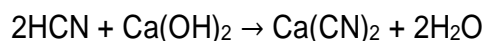
- медный концентрат;
- гипсовый осадок;
- раствор после кондиционирования, содержащий регенерированный цианид натрия.

Благодаря своим преимуществам, для проведения исследований по осаждению меди и регенерации цианида натрия был выбран процесс, основанный на подкислении оборотного раствора ЗИФ с последующим осаждением сульфида меди и нормализацией pH. Исследования были проведены на оборотном растворе действующей ЗИФ и направлены на поиск оптимального

технологического режима проведения процесса и установления основных показателей: извлечения меди из раствора и степени регенерации цианида.

Исследования проводились на лабораторной установке, состоящей из герметичной емкости с перемешивающим устройством и датчиком pH, фильтра и емкости для нейтрализации.

Эксперименты по осаждению меди проводились следующим образом. В реактор заливали оборотный раствор с добавлением сульфида натрия. Далее при непрерывном контроле снижали pH раствора добавкой серной кислоты до требуемого значения при интенсивном перемешивании раствора. В ходе понижения pH визуально наблюдалось образование осадка Cu₂S в виде хлопьев. Потом раствор направляли на фильтрацию для удаления осадка Cu₂S. Обезмеженный раствор помещали в емкость с известковым молоком для предотвращения перехода HCN в газовую фазу. В процессе нейтрализации протекают следующие реакции:



В ходе нейтрализации раствора pH поддерживали на уровне не менее 10,5.

После нейтрализации проводили фильтрацию раствора для удаления образующегося гипса.

Химический состав раствора, использованного для проведения исследований, представлен в табл. 1. Для определения химического состава применялись следующие методы: атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционный анализ и фотометрический метод анализа.

Для определения оптимального расхода Na₂S была проведена серия экспериментов по регенерации NaCN с различной загрузкой сульфида натрия. Результаты экспериментов приведены в табл. 2. Графики зависимости концентрации меди и количества регенерированного цианида в растворе от расхода сернистого натрия представлены на рис. 2.

Таблица 1. Химический состав раствора, использованного для проведения исследований

Элемент	CN ⁻ общий	CNS ⁻	CN ⁻ WAD*	CN ⁻ свободный	Cu	Na	Fe
Концентрация, мг/дм ³	4804	2303	5819	759	3657	6256	18

* CN⁻ WAD – цианокомплексы переходных металлов, легкоразлагаемые в кислотах

Таблица 2. Результаты экспериментов по выбору оптимального расхода Na₂S

Параметр	Значение				
	100	120	140	160	165
Коэффициент избытка Na ₂ S от стехиометрического расхода, %	100	120	140	160	165
Расход Na ₂ S на осаждение, кг/м ³	2,24	2,69	3,14	3,59	3,70
Концентрация Cu конечная, г/дм ³	1,323	1,129	0,549	0,211	0,005
Извлечение Cu после опыта, %	63,82	69,13	84,71	94,23	99,86

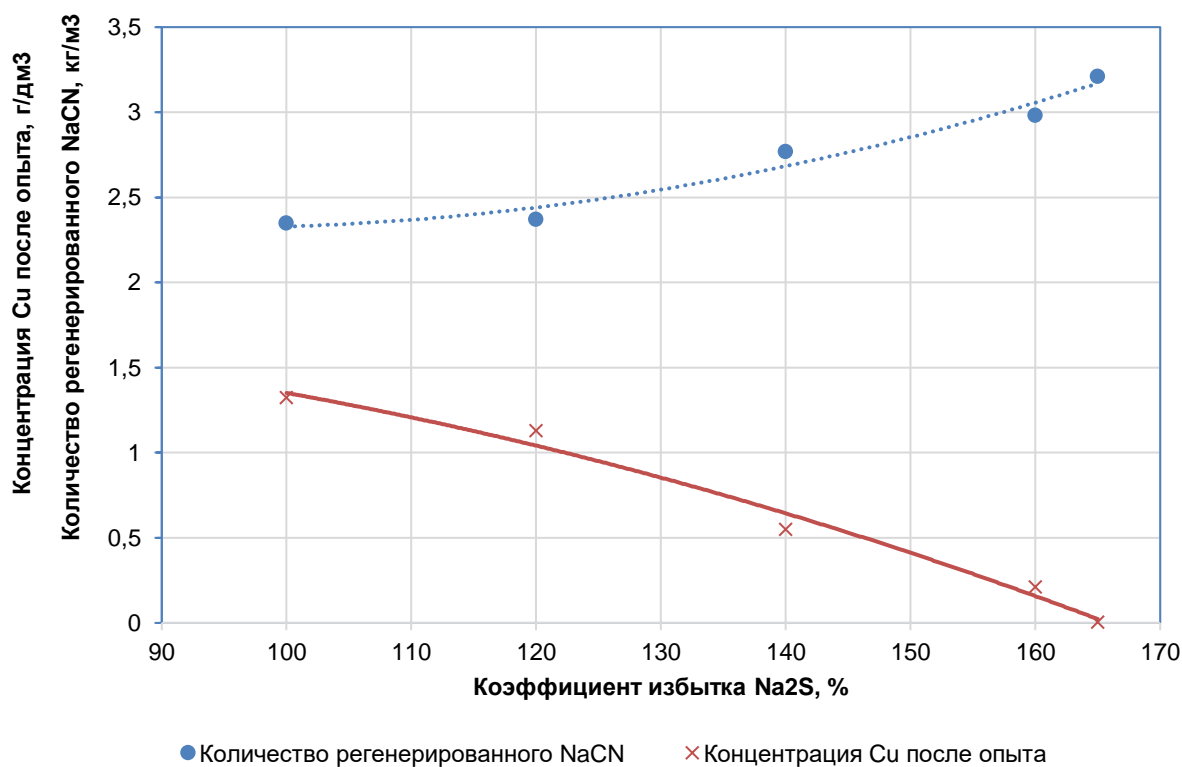


Рис. 2. Зависимости концентрации меди и количества регенерированного цианида в растворе от расхода сернистого натрия

В результате проведенных экспериментов выявлено, что процесс регенерации цианида следует проводить с коэффициентом избытка Na₂S от стехиометрического расхода равным 165 % (расход Na₂S 3,70 кг/м³). При данном расходе извлечение меди из раствора составило 99,86 %, количество регенерированного NaCN 3,2 кг/м³.

Для оптимизации расхода серной кислоты

проведен ряд экспериментов по кондиционированию оборотного раствора ЗИФ с подкислением до различного уровня pH в диапазоне от 3,5 до 5,5 при оптимальном коэффициенте избытка Na₂S от стехиометрического расхода. Результаты экспериментов приведены в табл. 3. Графики зависимости концентрации меди и количества регенерированного цианида от pH раствора представлены на рис. 3.

Таблица 3. Результаты экспериментов по определению оптимального уровня pH

Параметр	Значение				
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
pH					
Расход H ₂ SO ₄ на подкисление, кг/м ³	11,76	11,17	10,98	10,78	10,54
Концентрация Си конечная, мг/дм ³	1,8	1,65	29,1	42,15	123,18
Извлечение Си после опыта, %	99,95	99,95	99,20	98,85	96,63

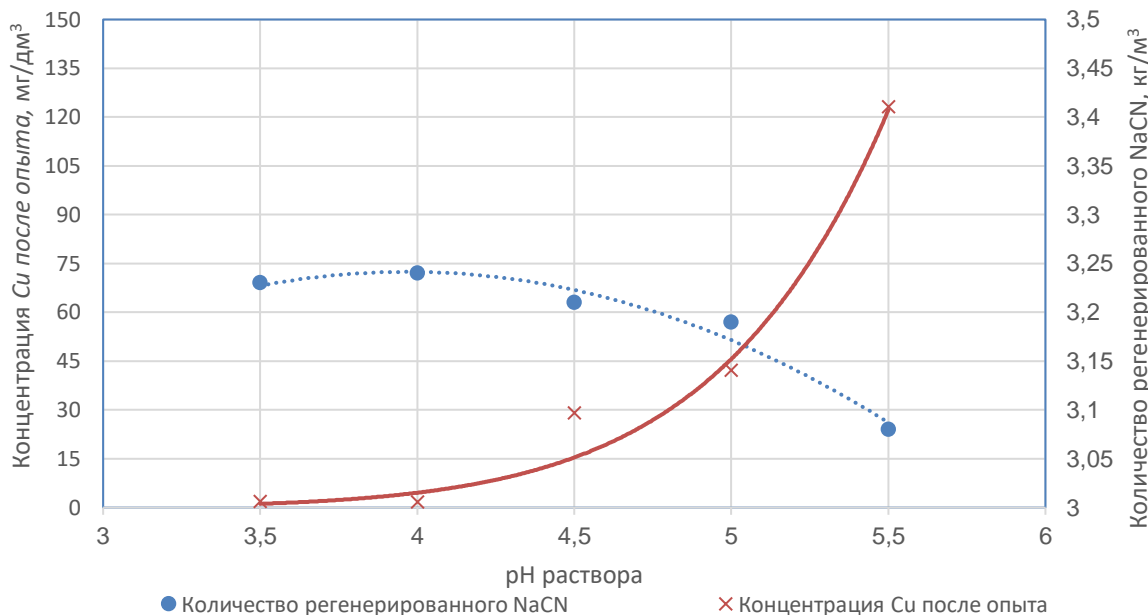


Рис. 3. Зависимости концентрации меди и количества регенерированного цианида от pH раствора

Оптимальное значение pH раствора при кондиционировании составляет 4,0. При данном значении расход серной кислоты составил 11,17 кг/м³. Увеличение pH оказывает негативное влияние на эффективность регенерации NaCN, а снижение pH относительно оптимального значения приведет к увеличению расхода серной кислоты и извести при неизменных показателях процесса.

На следующем этапе выполнены

эксперименты по выбору оптимального реагента для нейтрализации растворов после осаждения сульфидов меди: Ca(OH)₂ и NaOH. Результаты выполненных экспериментов приведены в табл. 4.

В результате проведенных экспериментов определены расходы реагентов для нейтрализации раствора ЗИФ. При использовании NaOH расход составил 9,0 кг/м³, при использовании Ca(OH)₂ – 6,74 кг/м³.

Таблица 4. Результаты экспериментов по выбору реагента Ca(OH)₂ и NaOH

Параметр	Значение	
	Ca(OH) ₂	NaOH
Расход реагента на нейтрализацию, кг/м ³	6,74	9,00
pH после нейтрализации	10,5	10,5
Концентрация Си конечная, мг/дм ³	1,65	24,60
Извлечение Си из раствора, %	99,95	99,32
Количество регенерированного NaCN, кг/м ³	3,24	3,19

Таблица 5. Химический состав сульфидного осадка

Элемент	Ca	Fe	Na	Si	Cu	Zn	S	Ag г/т
Массовая доля элемента, %	0,14	0,14	1,32	0,17	71,3	0,024	18	13,5

Таблица 6. Химический состав гипсового осадка

Элемент	Ca	Mg	Na	Si	Cu	S
Массовая доля элемента, %	23,1	0,2	0,25	0,16	0,0023	19

Таблица 7. Химический состав раствора после кондиционирования

Элемент	CN ⁻ общий	CNS ⁻	CN ⁻ WAD*	CN ⁻ свободный	Cu	Na	Fe
Концентрация, мг/дм ³	4112	1052	4765	2480	1,65	6994	14,2

Использование NaOH в качестве нейтрализующего реагента может привести к накоплению натрия в растворе, который уже находится в значительном количестве в оборотном растворе за счет использования NaCN. В этой связи более эффективным является использование для нейтрализации извести, которая позволит осадить из раствора сульфат-ионы в виде гипса и окажет положительное влияние на технико-экономические показатели процесса.

Химический состав сульфидного осадка, полученного в результате кондиционирования раствора, приведен в табл. 5.

Сульфидный осадок, полученный в результате экспериментов по кондиционированию оборотного раствора, содержит 89,3 % Cu₂S. Прочие компоненты в осадке находятся в существенно меньшем количестве. Концентрат меди является высококачественным и может быть реализован на медеплавильных заводах.

Химический состав гипсового осадка, полученного в результате кондиционирования раствора, приведен в табл. 6.

Гипсовый осадок, полученный в результате эксперимента по кондиционированию оборотного раствора, содержит 78,5 % CaSO₄ и не представляет ценности. Данный осадок может быть направлен в хвостохранилище совместно с хвостами цианирования.

Химический состав раствора после

кондиционирования представлен в табл. 7.

Сравнение химического состава раствора до и после эксперимента показало, что из оборотного раствора ЗИФ практически полностью извлеклась медь, количество свободного CN⁻ увеличилось в 3,27 раза. Данный раствор следует возвращать на операцию выщелачивания руды для растворения благородных металлов.

В результате проведенных исследований и расчетов были выбраны оптимальные параметры и расходы реагентов для процесса регенерации цианида и извлечения меди из оборотного раствора ЗИФ. Установлено, что процесс следует проводить в следующих условиях:

1. Коэффициент избытка Na₂S от стехиометрического расхода 165 % (расход Na₂S 3,70 кг/м³).
2. Оптимальный уровень pH при подкислении раствора составляет 4,0. При данном значении pH расход серной кислоты равен 11,2 кг/м³.
3. Для нейтрализации раствора следует использовать Ca(OH)₂ и с расходом 6,74 кг/м³.

При использовании указанного режима уровень извлечения меди из оборотного раствора составил 99,95 %, то есть с 1 м³ оборотного раствора может быть получено 4,58 кг медного концентрата. Количество регенерированного цианида в пересчете на NaCN составит 3,24 кг.

Список источников

1. Залесов М.В., Григорьева В.А., Трубилов В.С., Бодуэн А.Я. Разработка технических решений для повышения эффективности переработки высокомедистой золотосодержащей руды // Горная промышленность. 2021. № 5. С. 51–56.
2. Шадрюнова И.В., Чекушина Т.В., Скворцова Е.С. Снижение отрицательного влияния меди на процесс цианирования золота из коренных руд // Известия Тульского государственного университета. 2020. № 4. С. 411–416.
3. Кузьменков М.А., Шипунов Л.В. Изучение причин высокого расход цианида // Научные исследования и инновации. 2021. № 5. С. 127–136.
4. Набиулин Р.Н., Богородский А.В., Баликов С.В. Исследования по переработке измельченного золотомедного флотоконцентрата методом сернокислотного атмосферного окисления // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. № 4. С. 887–895.
5. Варламова И.А., Чурляева Н.А. Изучение условий кондиционирования оборотных растворов кучного выщелачивания и извлечения из них меди // Сборник статей Международной научно-практической конференции (Уфа, 29–30 ноября 2013 года). Изд-во: Башкирский государственный университет, 2013. С. 242–245.
6. Петров В.Ф., Файберг А.А., Войлошников, Г.И. Кондиционирование цианидсодержащих оборотных растворов с регенерацией свободного цианида и извлечением меди // Цветные металлы. 2010. № 9. С. 40–44.
7. Залесов М.В. Разработка технических решений для повышения эффективности переработки высокомедистой золотосодержащей руды // Презентация компании РИВС. [Электронный ресурс]. URL: https://rivs.ru/Media/Default/News/РИВС_Залесов.pdf (06.02.2023).
8. Козлов А.А., Немчинова Н.В. Методы регенерации цианида // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Иркутск, 24–26 апреля 2019 г.). Иркутск: Изд-во: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. С. 25–29.
9. Исмоилов З.З., Жмурова В.В. Технология кондиционирования циансодержащих оборотных растворов с регенерацией свободного цианида и извлечением меди // Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (Иркутск, 2020). Иркутск: Изд-во Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. С. 69–72.
10. Xie F., Doyle F., Dreisinger D. A review on recovery of copper and cyanide from waste cyanide solutions // Mineral processing and extractive metallurgy review. Taylor & Francis. 2013. С. 387–411.

Информация об авторах / Information about the Authors

Бартанов Валерий Федорович,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
valera25021993@gmail.com

Васильев Андрей Анатольевич,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
vasilhev2008@yandex.ru

Valerii F. Bartanov,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
valera25021993@gmail.com

Andrei A. Vasiliev,
Cand. Sci. (Eng.), Assistant professor,
Associate Professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
vasilhev2008@yandex.ru

Производство алюминиевых сплавов

© С.С. Бельский, А.С. Кокин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Алюминиевая промышленность развивается быстрыми темпами и с каждым годом наращивает объемы производства металла и сплавов на его основе. Чистый алюминий не удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к конструкционным материалам, поэтому в него вводят различные добавки с получением алюминиевых сплавов. Производство алюминиевых сплавов занимает свою нишу и является неотъемлемой частью технологического процесса. Алюминиевые сплавы обладают высокими коррозионными свойствами в сочетании с отличными механическими и физическими. Тем не менее в процессе производства алюминиевых сплавов производители сталкиваются с целым рядом различных дефектов готовой продукции из алюминиевых сплавов, например, несоответствие по химическому составу, механическим свойствам, внутренней структуре и геометрическим размерам или дефекты, связанные с поверхностью. Некоторые из них можно устранить при использовании современных технологий и оборудования. Так, на ЗАО «Богучанский алюминиевый завод» («БоАЗ») для производства алюминиевых сплавов используется линия непрерывного литья «Properzi» (Италия), а также современное оборудование для приготовления и рафинирования алюминиевых сплавов. Исследования продукции, произведенной с использованием оборудования, применяемого на ЗАО «БоАЗ», показали существенное повышение качества структуры получаемых слитков, отсутствие усадочных дефектов, постоянство геометрических размеров, а также сокращение потерь металла со шлаком.

Ключевые слова: производство алюминия, алюминиевые сплавы, расплав алюминия, литье, слитки

Aluminum alloys production

© Sergei S. Belskii, Aleksey S. Kokin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The aluminum industry is developing rapidly and every year it is increasing the production of metal and alloys based on it. Pure aluminum does not meet the requirements for structural materials, so various additives are introduced into it to obtain aluminum alloys. The production of aluminum alloys occupies its own niche and is an integral part of the technological process. Aluminum alloys have high corrosion properties combined with excellent mechanical and physical properties. However, during the production of aluminum alloys, manufacturers encounter a number of different defects in the finished aluminum alloy products, such as inconsistencies in chemical composition, mechanical properties, internal structure and geometric dimensions, or defects associated with the surface of the finished product. Some of them can be eliminated with the use of modern technologies and equipment. Thus, ZAO "Boguchansky aluminum smelter" ("BoAZ") uses a continuous casting line «Properzi» (Italy) for the production of aluminum alloys, as well as modern equipment for the preparation and refining of aluminum alloys. Studies of products manufactured using the equipment used at ZAO «BoAZ» showed a significant improvement in the quality of the structure of the obtained ingots, the absence of shrinkage defects, the constancy of geometric dimensions, as well as a reduction in metal losses with slag.

Keywords: aluminum production, aluminum alloys, aluminum melt, casting, ingots

Введение

Алюминиевая промышленность является динамично развивающейся отраслью промышленности [1]. По объемам производства она уступает лишь производству железа. Алюминий благодаря таким свойствам как высокая прочность и низкая плотность широко применяется в промышленности [2–6]. Однако чистый алюминий не отвечает требованиям промышленного производства конструкционных материалов, поэтому его ис-

пользуют в виде сплавов с другими элементами [7,8]. Алюминиевые сплавы используют в авиационной, автомобильной, электротехнической и химической промышленности, машиностроении, приборостроении, а также в промышленном и гражданском строительстве. Сплавы на основе алюминия характеризуются различными эксплуатационными свойствами, среди которых следует выделить высокую коррозионную стойкость и прочность, низкую плотность и отличные ли-

тейные свойства. Такие сплавы хорошо поддаются механической обработке [9,10].

Алюминиевые сплавы можно разделить на деформируемые, которые подвергаются штамповке, ковке, прокату, экструзии, пресованию и литейные алюминиевые сплавы, из которых производят литые фасованные и формовочные изделия. Литейные сплавы находят более широкое применение благодаря тому, что их можно применять для изготовления значительного спектра различных деталей.

Качество алюминиевых сплавов растет из года в год, при этом происходит разработка новых. Улучшение качества существующих и совершенствование уже имеющихся сплавов является важной задачей, которая стоит перед производителями как чистого алюминия, так и сплавов на его основе [11]. В настоящее время производство алюминиевых сплавов осуществляется с использованием передовых и экологически безопасных технологий, которые также отличаются высокой степенью автоматизации процессов. Одним из примеров такого современного производства служит ЗАО «Богучанский алюминиевый завод».

Технология производства литейных алюминиевых сплавов ЗАО «БоАЗ»

Оборудование для производства литейных алюминиевых сплавов

Производство литейных алюминиевых сплавов на ЗАО «БоАЗ» осуществляется на линии непрерывного литья «Properzi» литей-

ного комплекса № 3, который был запущен в июне 2020 года. Меньше чем за год объем произведенной готовой продукции составил 32,265 тыс. т. Проектная производительность линии 120 тыс. т/год.

На ЗАО «БоАЗ» для производства литейных алюминиевых сплавов используется следующее оборудование: линия горизонтального литья «Properzi» с системой упаковки, маркировки и взвешивания; миксер «Mechatherm» объемом 60 т; МГД-перемешиватель; металлотракт с системой электрического обогрева; установка печного рафинирования «STAS»; установка подачи лигатурного прутка «Novelis»; установка внепечного рафинирования емкостного типа «Pyrotek»; установка фильтрации расплава «Drache»; установка очистки и рафинирования расплава в ковшах «STAS».

Для приготовления расплава с заданным химическим составом используют два поворотных электрических отражательных миксера «Mechatherm» (рис. 1), емкостью 60 т с МГД-перемешивателями.

Для подачи металла на линии разливки от миксеров используется система металлотракт (рис. 2) с электрическим подогревом «RMG». Ее протяженность составляет 52 м. Система обогрева металлотракта, оборудованного в свою очередь системой автоматического управления, предназначены для разогрева футеровки перед началом литья, а также поддержания температуры металла во время литья.



Рис. 1. Поворотный миксер «Mechatherm»



Рис. 2. Система металлтрактов с электрическим подогревом

Устройство внепечного рафинирования «SNIF» производства «Pyrotek» предназначено для дегазации расплава в потоке и очистки расплава от водорода и неметаллических включений. Данная система оборудована двумя камерами дегазации, в каждой установлено по два графитовых ротора. Очистка осуществляется при помощи аргона с подачей 45 литров в минуту на каждый ротор.

Для очистки расплава от неметаллических включений после установки дегазации установлены две двухсекционные камеры фильтрации «Drache». Очистка расплава происходит за счет прохождения металла через пенокерамический фильтр, частицы более крупных размеров, чем пористость

фильтра задерживаются в нем. Камера позволяет производить двойную фильтрацию за счет установки двух фильтров один над другим разной пористости.

Для ввода лигатурного прутка в расплав предназначена установка «Novelis» (рис. 3). Ввод прутка осуществляется по направлению движения металла в металлотракт.

Для очистки расплава от щелочных и щелочноземельных металлов, а также для удаления водорода и неметаллических включений используется установка печного рафинирования «Stas» (рис. 4).

Для очистки расплава от натрия и кальция, а также для удаления шлака используется установка очистки и рафинирования расплава в ковшах «STAS».

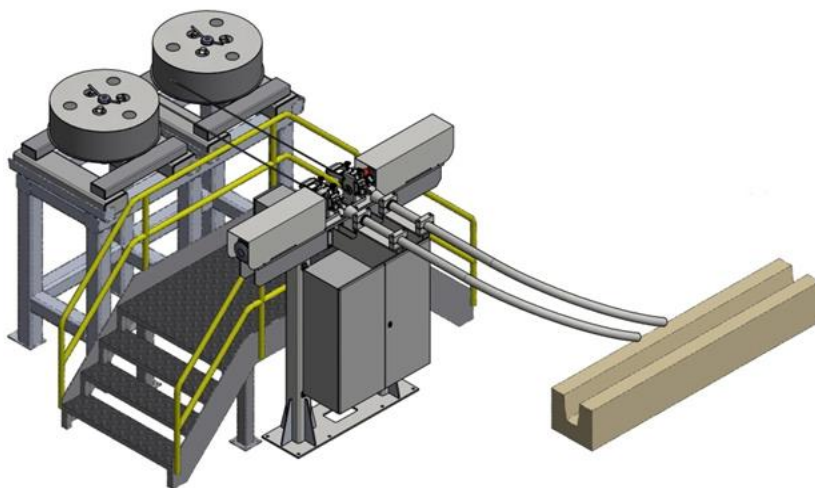


Рис. 3. Установка подачи лигатурного прутка

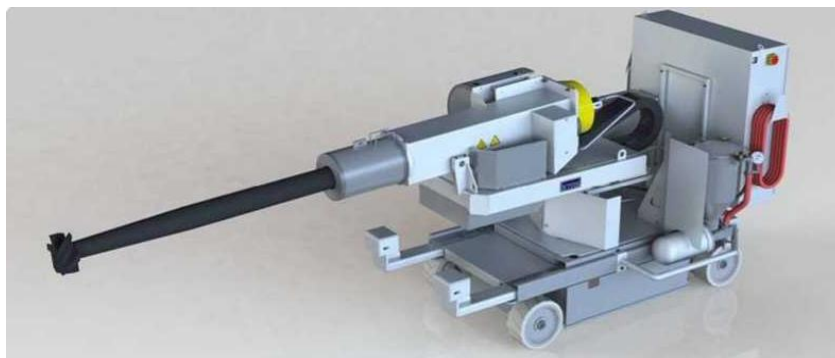


Рис. 4. Установка печного рафинирования

Литье алюминиевых брусков осуществляется на линии непрерывного горизонтального литья «Properzi». Линия состоит из следующего оборудования:

- 1) машина для литья гусенично-ленточного типа, предназначенная для преобразования расплавленного металла в непрерывную твердую литую заготовку;
- 2) охладитель литой заготовки;
- 3) оптический пирометр, предназначенный для считывания температуры заготовки перед подачей на дисковый резак;
- 4) наклоняемый конвейер для слитков, расположенный после автоматического дискового резака;
- 5) конвейер для транспортировки слитков;
- 6) охлаждающий туннель, предназначенный для охлаждения слитков;
- 7) станция укладки слитков, оборудованная укладчиком, который принимает слитки захватами, оборудованными независимыми пальцами (один на слиток) и штабелирует их

на выходной конвейер;

- 8) станция взвешивания пакетов со слитками и обвязки пакетов.

Продукция из алюминиевых сплавов

Используемая на ЗАО «БоАЗ» линия литья «Properzi» предназначена для выпуска литейных сплавов и алюминия технического в виде бруска массой 10-15 кг в зависимости от типоразмеров кристаллизаторов. Продукция представляет собой пакеты (рис. 5), сложенные в ряды из семи брусков. Первый ряд состоит из двух, либо четырех брусков, расположенных между собой крест-накрест, и служащих основанием пакета. Пакеты, в зависимости от требований спецификации, могут состоять из широкого размерного ряда. Пакеты готовой продукции обвязываются полиэстеровой или стальной лентой. Дополнительно продукция может упаковываться в стрейч-пленку на входящем в состав линии палетообмотчике.

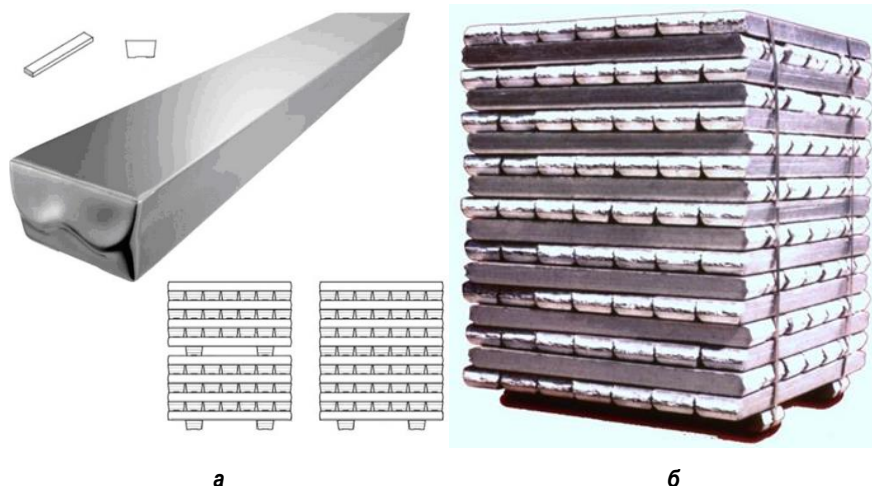


Рис. 5. Продукция ЗАО «БоАЗ»: а – алюминиевый брусок, б – пакет с чушкой «Properzi»

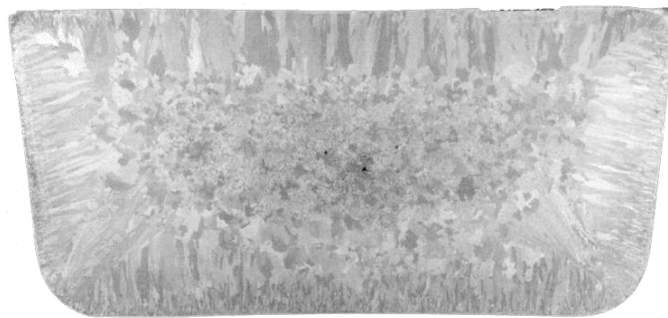


Рис. 6. Сечение литого слитка «Properzi»

Использование технологии, реализуемой на ЗАО «БоАЗ», позволяет получать слитки с более мелкой и равномерно распределенной зернистой структурой. Сводятся к минимуму проблемы с газоусадочной пористостью и наличием оксидов на поверхности. За счет применения технологии литья в закрытый кристаллизатор и охлаждения слитков по периметру отливки минимизируется возможность образования усадочных дефектов на поверхности слитка с любой грани. Данная технология позволяет избежать проникновения влаги и паров в тело слитка и сводит к нулю риски эффекта кипения и взрывов при переплаве изделий в жидком расплаве.

В данной технологии за счет проведения процесса в закрытом кристаллизаторе также отсутствует операция снятия шлака, что поз-

воляет снизить потери металла. Обычно в аналогичных процессах удаляется до 0,3 % шлака, что в пересчете на весь объем производства приводит к достаточно высоким потерям металла.

Заключение

Таким образом, вопросы производства алюминиевых сплавов в настоящее время являются актуальными, поскольку они используются в больших объемах различными отраслями промышленности. Отдельное внимание необходимо уделять качеству получаемой продукции. Следует отметить, что применение современных технологий в процессе производства алюминиевых сплавов позволяет существенно сократить дефекты и повысить качество готовой продукции.

Список источников

1. Dudin M.N., Voykova N.A., Frolova E.E., Artemieva J. A., Rusakova E.P., Abashidze A.H. Modern trends and challenges of development of global aluminum industry // *Metalurgija*. 2017. Vol. 56. Iss. 1-2. P. 255–258.
2. Thonstad J., Fellner P., Haarberg G.M., Híveš J., Kvande H., Sterten Å. *Aluminium electrolysis, Fundamentals of the Hall-Héroult process*, 3rd edition, Düsseldorf, Aluminium-Verlag. 2001. 359 p.
3. Alamdari H., *Aluminium Production Process: Challenges and Opportunities* // *Metals*. 2017. Iss. 7. P. 133–136.
4. Тютрин А.А., Немчинова Н.В., Володькина А.А. Изучение влияния параметров процесса электролиза на основные технико-экономические показатели работы ванн ОА-300М // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2020. Т. 24. № 4. С. 906–918.
5. Belov N.A., Dostaeva A.M., Shurkin P.K., Korotkova N.O., Yakovlev A.A. Influence of annealing on electrical resistance and hardness of hot-rolled aluminum alloy sheets containing up to 0.5% Zr // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. 2016. Iss. 57. P. 429–435.
6. Шарова О.А., Сторожева Н.В. Изучение причин возникновения дефектов литья под давлением и путей их устранения // *Приволжский научный вестник*. 2014. № 12. С. 76–80.
7. Alam Md. Tanwir, Ansari Akhter Husain, Review on aluminium and its alloys for automotive applications // *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*. 2017. Iss. 5. P. 278–294.
8. Попова М.В., Прудников А.Н., Долгова С.В., Малюк М.А. Перспективные алюминиевые сплавы для авиационной и космической техники // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2017. № 3. С. 18–23.
9. Stojanovic B., Bukvic M., Epler I., Application of Aluminium and Aluminum Alloys // *Engineering Applied Engineering Letters*. 2018. Iss. 3. P. 52–62.
10. Alexopoulos N.D., Definition of Quality in Cast Aluminum Alloys and Its Characterization with Appropriate Indices // *Journal of Materials Engineering and Performance*. 2006. Iss. 15. P. 59–66.
11. Nemchinova N.V., Belskii S.S., Vlasov A.A. Studying aluminum alloy defects // *Solid State Phenomena*. 2021. Vol. 316. P. 353–358.

Информация об авторах / Information about the Authors

Бельский Сергей Сергеевич,

к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
bss@istu.edu

Sergei S. Belskii,

Cand. Sci. (Eng.), Assistant professor,
Assistant professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
bss@istu.edu

Кокин Алексей Сергеевич,

магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
askon32@mail.com

Aleksey S. Kokin,

Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
askon32@mail.com

Современное состояние производства вторичного свинца в России и за рубежом

© М.И. Васильев, А.А. Тютрин

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы мирового производства и потребления вторичного свинца. Потребление свинца для аккумуляторов растет, но при этом в других отраслях наблюдается снижение. Поэтому утилизация отработанных аккумуляторных батарей является актуальной. Производство свинца из вторичного сырья является более рациональным и экологичным решением, т. к. для производства тонны свинца данным методом требуется 1,5–2 т шихты (включая флюсы и восстановители) и при этом образуется 1–2 т отходов, а для производства тонны свинца из рудного сырья – 50–80 т руды и при этом получится столько же шлака. В работе рассмотрены существующие схемы переработки аккумуляторного лома. В России свинец производится в основном из лома и за 2018 год было получено более 140 тыс. т. В мире также делается акцент на производство вторичного свинца. По данным за 2017 год на первом месте по производству вторичного свинца находится Китай (31,6 % от мирового производства), на втором – США (18 %), на третьем – Индия (6,4 %). Россия же производит 1,9 % от мирового производства вторичного свинца. На данный момент методы переработки свинца являются достаточно эффективными для получения свинца, но недостаточно экологичными. При текущей мировой обстановке производство вторичного свинца сможет закрыть потребности внутреннего рынка.

Ключевые слова: свинец, производство свинца, вторичная металлургия свинца, вторичный свинец, аккумуляторный лом

Current state of secondary lead production in Russia and abroad

© Mikhail I. Vasiliev, Andrey A. Tyutrin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article considers the issues of global production and consumption of secondary lead. The consumption of lead for batteries is growing, but at the same time there is a decrease in consumption in other industries. Therefore, the disposal of used batteries is relevant. The production of lead from secondary raw materials is a more rational and environmentally friendly solution, because for the production of 1 ton of lead, this method requires 1.5-2 tons of charge (including fluxes and reducing agents) and at the same time 1-2 tons of waste are formed, and for the production of 1 ton of lead from ore raw materials - 50-80 tons of ore and at the same time the same amount of slag is obtained. The article considers the existing schemes of recycling of battery scrap. In Russia, lead is produced mainly from scrap and in 2018 more than 140 thousand tons were produced. The world also focuses on the production of secondary lead. According to data for 2017, China is in first place in the production of secondary lead (31.6% of world production), the USA is in second (18%), and India is in third (6.4%). Russia also produces 1.9% of the world's secondary lead production. At the moment, lead processing methods are effective enough to produce lead, but not environmentally friendly enough. In the current global environment, the production of secondary lead will be able to cover the needs of the domestic market.

Keywords: lead, lead production, secondary lead metallurgy, secondary lead, battery scrap

Введение

Свинец обладает рядом уникальных свойств – высокой пластичностью, ковкостью, плотностью, низкой температурой плавления (327,5 °С), а также чрезвычайной устойчивостью к коррозии и защите от проникновения различных видов излучения, что определяет широкий спрос на него в различных отраслях промышленности. Например, он применяется для производства патронов, в некоторых

красителях, в ядерных реакторах для облицовки активной зоны, для припоя и др. Кроме этого, он является тяжелым цветным металлом, то есть способен на очень долгое время задерживаться в различных средах, например, в почве, что, в свою очередь, вызывает экологические проблемы. По этой причине в настоящее время наблюдается тенденция замены свинца на менее опасные для экологии металлы [1, 2].

В настоящее время свинец и его соединения широко применяются в энергетике, машиностроении, химической, автомобильной промышленности и других отраслях. Но в основном он используется для свинцово-кислотных аккумуляторов. По данным International Lead and Zinc Study Group потребление свинца для аккумуляторов растет, но при этом в других отраслях наблюдается снижение [3]. Из-за того, что срок службы свинец-содержащих материалов около пяти лет, на свалках накопилось достаточно много свинецсодержащих отходов.

Методы производства свинца

Свинец производят двумя методами:

1. Из рудного сырья. Для производства одной тонны свинца данным методом требуется добыть около 50–80 т руды и при этом получится столько же шлака.

2. Из вторичных ресурсов. Для производства тонны свинца данным методом требуется 1,5–2 т шихты (включая флюсы и восстановители) и образуется 1–2 т отходов.

Вследствие вышеуказанных причин рациональнее и экологичнее производить свинец вторым методом.

Основным вторичным ресурсом для переработки являются свинцово-кислотные аккумуляторы, где свинец присутствует в электродах и решетке. Но, кроме аккумуляторов, есть и другие виды вторичного сырья, такие как шламы, пасты, шлаки. При этом у всего вторичного сырья достаточно разнообразный химический состав, что является проблемой при переработке (табл. 1) [4].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для переработки лома необ-

ходимо обезвредить лом, отделить свинец от остальных компонентов и провести плавку свинца [5].

Обезвреживание лома и контроль за ним

Первым важным шагом является экологически безопасная транспортировка лома до места переработки. Это нужно для того, чтобы свинец и кислоты (в случае аккумуляторов) не попали в окружающую среду. Для этих целей используют герметичные контейнеры из пластика или нержавеющей стали. Кроме этого, помещение, где будет храниться лом, должно быть с системой вентиляции воздуха для откачки вредных паров [4].

Отделение свинца от остальных компонентов

Существует достаточно большое количество свинцового лома, однако технологические схемы их переработки во вторичный свинец относительно схожи. Одним из самых многочисленных и специфических видов лома являются аккумуляторы.

Их переработка начинается с разделения на корпуса, внутреннее содержимое, пасту (сульфидные и сульфатные осадки) и электролит. Корпуса, которые, как правило, производят из поливинилхлорида (ПВХ), после очистки от загрязнений могут пойти снова на производство корпусов или других предметов из ПВХ. С электролитом дела обстоят сложнее. Так как электролитом является серная кислота (с высокой концентрацией в новых аккумуляторах и с низкой концентрацией в отработанных), то ее можно было бы применять вновь для производства электролита,

Таблица 1. Виды вторичного сырья, %

Компоненты	Аккумуляторный лом		Изгарь	Шламы	Пасты	Шлаки
	Неразделанный	Разделанный				
Pb	56	64–75	65–92	50–60	13–35	1–10
Sb	3	3–5,5	0,5–10	0,5–1,2	0,1–0,5	0,1–0,5
Sn	–	0,1	0,1–1,0	0,5–2,5	0,1–0,8	–
FeO	0,8	0,8–1,0	2–4	2–4	3–4	13–18
CaO	0,3	0,5–1,5	2–10	1–2	4–6	1–3
SiO ₂	2,3	2,8–4,0	5–16	3–6	6–12	14–18
Al ₂ O ₃	1,1	2–6	2–6	2–4	2–4	6–8
S	4,0	–	–	–	–	–
Cl	1,8	0,5–1,0	0,5–1,0	12–16	0,5–2,0	–

что сэкономило бы расход кислоты на предприятии, если бы не примеси в отработанных аккумуляторах. Как правило, это медь и железо, причем главной проблемой при переработке является именно железо. Существует множество методов по переработке электролита, но более перспективный – метод с извлечением железа при помощи диэтилгексилфосфорной кислоты, которая выполняет роль ионообменника. Также проблемы при переработке вызывает и паста. Так как при пирометаллургической переработке сера из сульфат-ионов может перейти в диоксид серы и улетучиться, нанеся вред экологии, то перед переработкой проводят десульфурризацию пасты. На данный момент существует два метода десульфурризации – каустической и кальцинированной содой [6]. Безусловно, они отличаются побочными продуктами и реакциями, но технологическая схема у них схожа: приготовление раствора десульфурризующих реагентов, непосредственно десульфурризация, фильтрация пульпы и отмывка продукта от сульфата натрия, очистка раствора сульфата натрия и фильтрация пульпы [4].

Восстановительная плавка

Методы, используемые на этапе плавки, зависят от того, как перерабатывается свинец: отдельно или с химическими соединениями.

При отдельной переработке свинец нагревают до температуры плавления, поддерживают ее определенное время и в конце нагревают до требуемой температуры. При этом расплав нагревают максимум до 500–1000 °С (в зависимости от оборудования), так как при более высоких температурах увеличиваются тепловые потери. Еще одна проблема высоких температур для свинца – это образование большого количества твердых оксидов (изгари), которые приводят к снижению свинца, уходящего в расплав. Особенно это заметно при переработке аккумуляторов, где есть тонкие свинцовые решетки и электроды с остатками диоксида свинца. Для уменьшения потерь свинца изгарь удерживают под расплавленным металлом, чтобы она вся расплавилась.

При переработке свинца из химических соединений используют восстановительные печи, в которых свинец восстанавливается за счет химических реакций. Средняя температура в печах при данных процессах находится в пределах 800–1250 °С, но химические реакции начинаются и при более низких температурах. Основными соединениями для переработки являются сульфат, диоксид и оксид свинца, но если предварительно была проведена десульфурризация, то вместо сульфата образуются карбонаты, основные карбонаты и оксиды свинца [4].

Схематически производственная цепочка представлена на рис. 1.

Производство вторичного свинца в России представлено пятью предприятиями: ООО «Фрегат» (Московская область), ЗАО «Агроприбор» (Московская область), ООО «Экорусметалл» (г. Санкт-Петербург), АО «Уралэлектромедь» (Свердловская обл.) и ООО «Рязцветмет» (г. Рязань). Несмотря на то, что лишь пять предприятий занимаются производством вторичного свинца, в основном, он производится в России именно из лома (более 140 тыс. т за 2018 год) [7]. При этом постепенно количество предприятий, производящих свинец из минералов, сокращается. Также стоит отметить, что большая часть вторичного свинца идет на производство внутри страны, а свинец, полученный из руды, в основном идет на экспорт.

В мире также делается акцент на производство вторичного свинца. Это можно увидеть из данных мирового производства свинца (табл. 2). Стоит отметить, что на 2017 год на первом месте по производству свинца находится Китай (46,2 % от мирового производства), на втором – Австралия (9,9 %), на третьем – США (6,7 %) (рис. 2). По производству вторичного свинца на первом месте находится Китай (31,6 %), на втором – США (18 %), на третьем – Индия (6,4 %) (рис. 3). Россия же производит 4,3 % свинца из минерального сырья и 1,9 % вторичного свинца (от мирового уровня) [8].

В США более 90 %, а в Европе около 74 % свинца является вторичным [10]. Но при этом в большинстве стран не ведется проверки экологичности предприятий по перера-

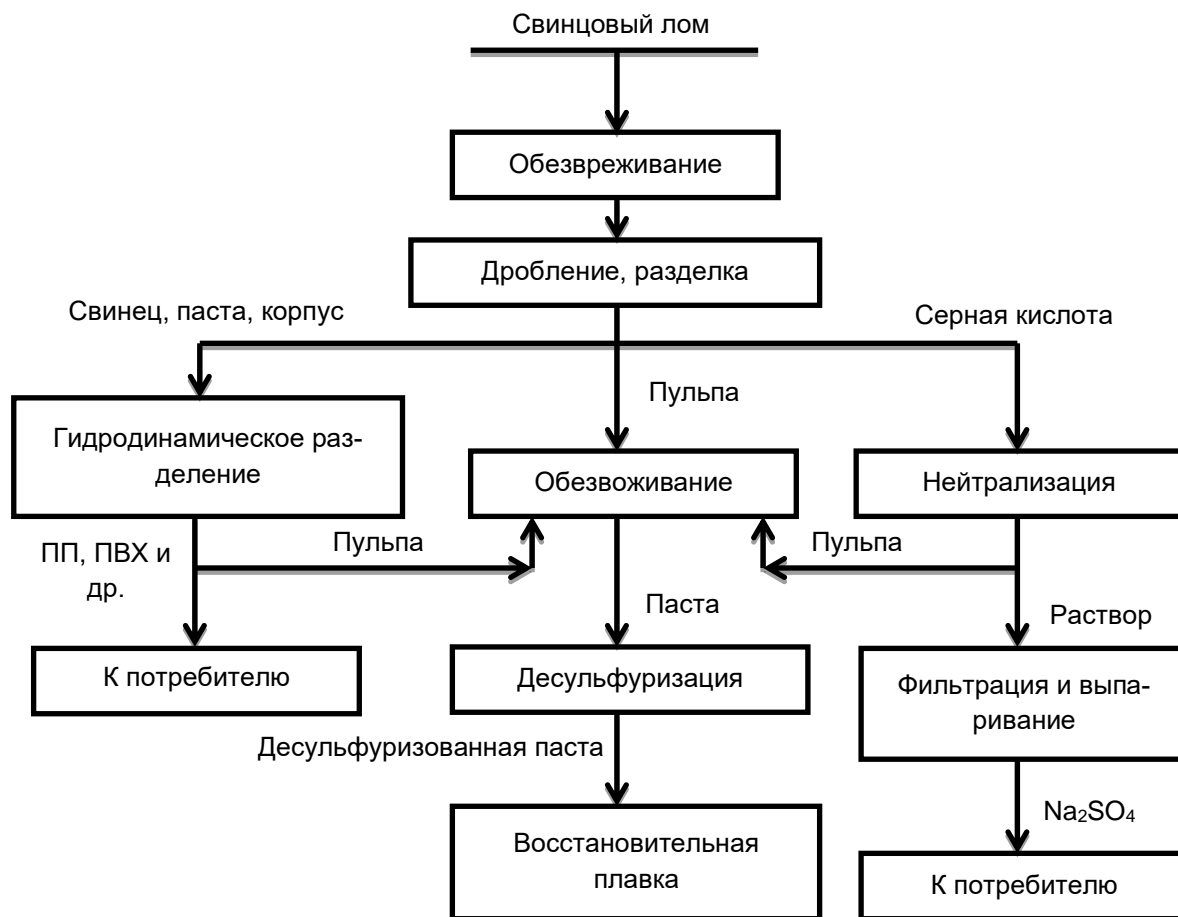


Рис. 1. Технологическая схема переработки свинцового лома

Таблица 2. Сравнение производства свинца в мире из минерального сырья и вторичного свинца (млн т)

Свинец:	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	2021	2022
Из минерального сырья	5,28	5,26	4,92	4,87	4,65	4,5 [8]	4,4 [8]	4,38 [9]	4,3 [9]
Вторичный	5,55	5,65	5,66	5,87	6,32	нд	нд	нд	нд

* нд – нет данных

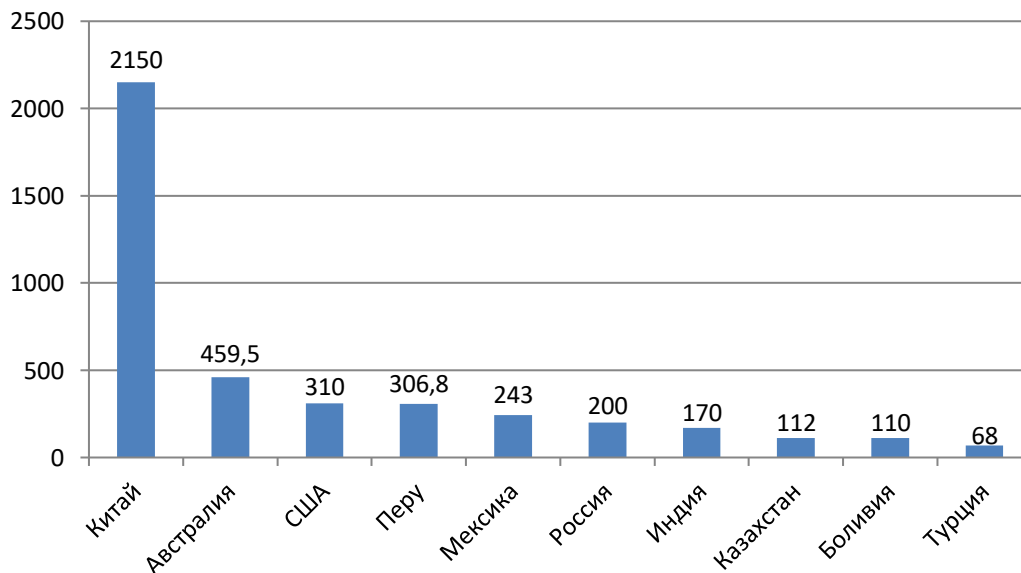


Рис. 2. Рейтинг стран по производству первичного свинца (2017 г.), тыс. т

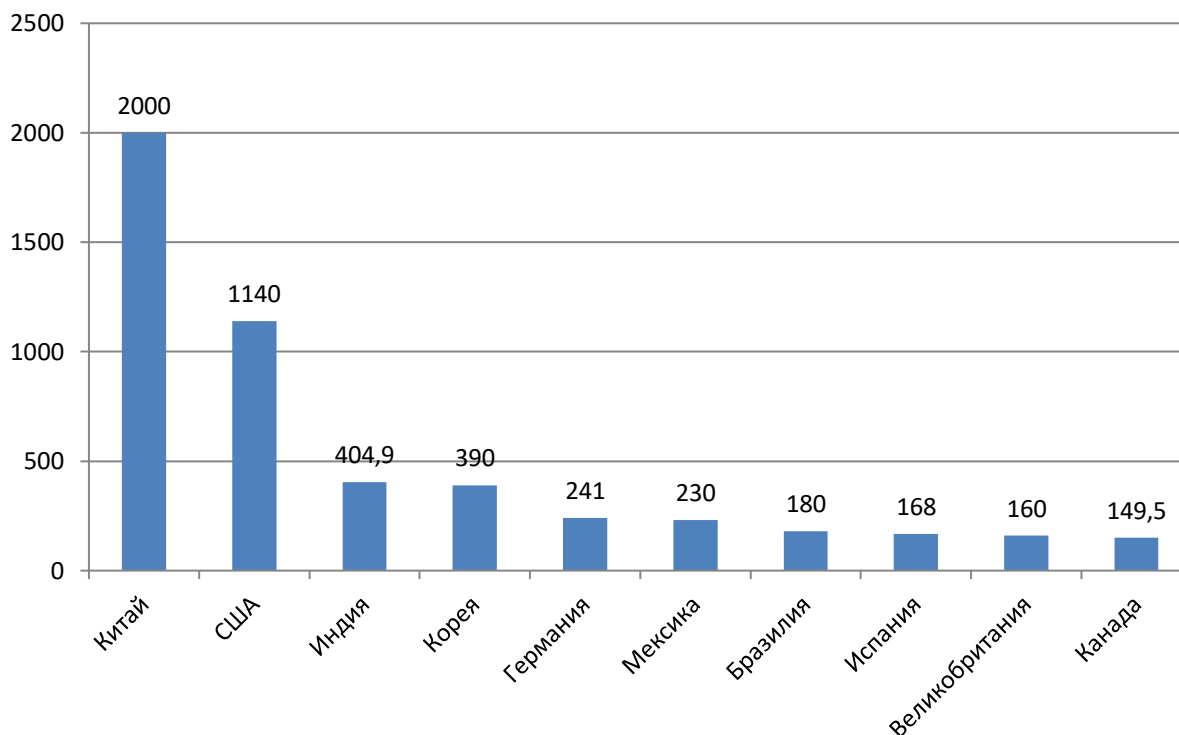


Рис. 3. Рейтинг стран по производству вторичного свинца (2017 г.), тыс. т

ботке свинцового лома (в основном аккумуляторов). Особенно остро эта проблема стоит в странах Африки, Китае, Индии и др. Но даже в государствах с контролем за данной отраслью возникают проблемы [11].

Заключение

На данный момент методы переработки

свинца являются достаточно эффективными для его получения, но недостаточно экологичными. Поэтому предположительно в данной области будут преобладать именно экологичные технологии. Также при текущей мировой обстановке производство вторичного свинца сможет закрыть потребности внутреннего рынка.

Список источников

1. Романтеев Ю.П. Металлургия тяжелых цветных металлов: Свинец. Цинк. Кадмий. М.: МИСиС, 2010. 574 с.
2. Ефимов В.И., Рыбак Л.В. Производство и окружающая среда. М.: МГГУ, 2012 г. 336 с.
3. World Directory: Primary and Secondary Lead Plants 2022 // International Lead and Zinc Study Group, 2022. 130 p.
4. Барбин Н.М., Мамяченков С.В., Холод С.И. Металлургические технологии переработки техногенного и вторичного сырья. Часть 1. Свинец. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 134 с.
5. Сорокина В.С., Бессер А.Д., Парецкий В.М. Анализ технологий рафинирования вторичного чернового свинца // Электрометаллургия. 2010. № 7. С. 34–41.
6. Каргапольцева Т.Н. Современное состояние науки в области переработки вторичного свинцового сырья // История науки и техники в современной системе знаний: сборник статей шестой ежегодной конференции истории наук и техники (Екатеринбург, 8 февраля 2016 г.). Екатеринбург: УрФУ им. первого Президента Б.Н. Ельцина, 2016. С. 256–258.
7. Семенов В.И. ИТС-13-2020 Производство свинца, цинка и кадмия. М.: Бюро НДТ, 2020. 258 с.
8. Klochko K. Minerals Yearbook – 2017: Lead // U.S. Geological Survey, 2017.
9. Klochko K. Minerals Yearbook – 2022: Lead // U.S. Geological Survey, 2022.
10. Rick LeBlanc. The amazing story of lead recycling // Liveaboutdotcom. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.liveabout.com/the-amazing-story-of-lead-recycling-2877926> (17.01.2023).
11. Fred Pearce. Getting the Lead Out: Why Battery Recycling Is a Global Health Hazard // Yale Environment 360. Available from: <https://e360.yale.edu/features/getting-the-lead-out-why-battery-recycling-is-a-global-health-hazard> (17.01.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Васильев Михаил Иванович,

студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
vasiljev_mihail@mail.ru

Mikhail I. Vasiliev

Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
vasiljev_mihail@mail.ru

Тютрин Андрей Александрович,

к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
an.tu@inbox.ru

Andrey A. Tyutrin

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
an.tu@inbox.ru

Содержание полициклических ароматических углеводородов в тяжелых нефтяных остатках как экологическая проблема

© М.С. Горбунов, К.А. Харченко, Д.А. Еловенко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Современное решение технологических задач, связанных с производством аггломерированных материалов, возможно лишь на основе применения дешевых и более высококачественных адгезивов и вовлечения недорогих субстратов – дисперсных материалов, в частности, отходов производства. Такой подход требует научного осмысления процессов адгезии и роли адгезивов в процессах структурообразования и спекания аггломерированного материала, а также учета необходимых для потребителя свойств аггломерированного материала. Все более ужесточаются экономические требования к себестоимости передела субстратов, экологические правила, предусматривающие сокращение вредных выбросов и сбросов при работе с адгезивами, а также исключение вредных компонентов в конечном продукте. В связи с этим требуется теоретическая разработка нового подхода к использованию адгезивов в процессах аггломерирования дисперсных систем, который позволил бы глубже понять физико-химический процесс образования куска из дисперсных материалов на стадиях подготовки адгезива и его участия в процессах формования и спекания. Только комплексное решение технологических, экономических и экологических задач позволит производить рентабельную и соответствующую мировым стандартам качества формованную продукцию на основе органических адгезивов. Для этого необходимо обобщение теории адгезии и выяснение роли этого процесса в аггломерации и спекании аггломерированного субстрата. С этой целью необходимо произвести системный анализ следующих процессов: подготовка адгезивов к переделу, взаимодействие адгезива и субстрата на основе современного понимания природы адгезии и, наконец, участие адгезивов в структурообразовании формованного материала и его спекании. Материалы позволят специалистам более эффективно и на современном уровне разработать экономические критерии для оценки и оптимизации технологии переработки дисперсных материалов на основе органических адгезивов, с учетом конкурентности на мировом рынке, а также оценки экологического последствия при изготовлении и использовании формованной продукции.

Ключевые слова: технологическая задача, экология, вредные выбросы, качество, использование

The content of polycyclic aromatic hydrocarbons in heavy oil residues as an environmental problem

© Mikhail S. Gorbunov, Kirill A. Kharchenko, Denis A. Elovenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The modern solution of technological problems associated with the production of agglomerated materials is possible only on the basis of the use of cheap and higher quality adhesives and the involvement of inexpensive substrates - dispersed materials, in particular, production waste. This approach requires a scientific understanding of the processes of adhesion and the role of adhesives in the processes of structure formation and sintering of the agglomerated material, as well as taking into account the properties of the agglomerated material necessary for the consumer. The economic requirements for the prime cost of the processing of substrates are becoming more and more stringent, as well as environmental regulations that provide for the reduction of harmful emissions and discharges when working with adhesives, as well as the exclusion of harmful components in the final product. In this regard, a theoretical development of a new approach to the use of adhesives in the processes of agglomeration of disperse systems is required. This will allow a deeper understanding of the physicochemical process of the formation of a piece from dispersed materials at the stages of preparation of the adhesive and its participation in the processes of molding and sintering. Only a comprehensive solution of technological, economic and environmental problems will make it possible to produce molded products based on organic adhesives that are cost-effective and meet international quality standards. This requires a generalization of the theory of adhesion and elucidation of the role of this process in the agglomeration and sintering of agglomeration and sintering of the substrate. To this end, it is necessary to carry out a systematic analysis of the following processes: preparation of adhesives for conversion, interaction of adhesive and substrate based on a modern understanding of the nature of adhesion and, finally, the participation of adhesives in the structure formation of the molded material and its formation. The materials will allow specialists to develop economic criteria more efficiently and at a modern level to evaluate and optimize

the processing technology of materials based on organic adhesives, taking into account the competitiveness in the world market, as well as the assessment of the environmental impact in the manufacture and use of molded products.

Keywords: technological problem, ecology, harmful emissions, quality, use

Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами (НП) в настоящее время является одной из самых распространенных проблем, приводящей к деградации природных комплексов. Это обусловлено как аварийными последствиями деятельности на объектах НГК, так и повседневными проблемами загрязнений (утечки, неизбежные потери и др.), что приводит к масштабным загрязнениям почв и грунтов, подземных вод, выводу земель из хозяйственного оборота. В связи с этим возникает необходимость значительных затрат на восстановление нарушенных природных комплексов. Становится актуальным установление источников тех или иных загрязнений, которые формируются и накапливаются в течение длительного времени, а также виновников экологических ущербов. В качестве решения проблемы идентификации происхождения загрязнений в отечественной литературе предложен подход, основанный на использовании геохимических маркеров. В их роли могут выступать отдельные компоненты нефти и НП, в частности вещества из категории суперэкоксикантов – полициклические ароматические углеводороды. Эти вещества входят в состав сырой нефти (до 4 %) и продуктов ее переработки. Соединения данной группы рассматриваются как стойкие органические загрязнители (СОЗ), для части из них подтверждены канцерогенные и мутагенные эффекты [1].

Однако проблема идентификации природы загрязнений (источника поступления полициклических ароматических углеводородов и, следовательно, содержащих их нефтей и НП) осложняется тем, что это распространенные вещества, формирующиеся во многих как природных, так и техногенных процессах. С точки зрения генезиса условно все полициклические ароматические углеводороды подразделяются на пирогенные (образовавшиеся в результате различных процессов горения, в том числе и бытовых отходов), биогенные и петрогенные (например, нефтяного происхождения, не связанные с горением). Петрогенные полициклические ароматические углеводороды образуются в результате многих геохимических

процессов с участием углеводородов. Состав и строение полициклических ароматических углеводородов, а также их стабильность зависят от генезиса, температуры и обстановки, в которую они попадают.

По подсчетам специалистов российская нефтеперерабатывающая промышленность в процессе деятельности выбрасывает в атмосферу более 0,45 % перерабатываемого сырья, в то время как аналогичная промышленность в более цивилизованных и экономически развитых странах мира строго придерживается уровня не более 0,1 %. Кроме того, неправимый вред окружающей среде наносится факельными хозяйствами нефтеперерабатывающих производств, так как в процессе сжигания топлива в факельных печах образуются аэрозольные частицы, являющиеся продуктом конденсации углерода и бенз(а)пирена, также канцерогенным углеводородом.

Полициклические ароматические углеводороды типа антрацента и бенз(а)пирена практически не приходят в газовую фазу и подвергаются сложной трансформации в результате окисления, биodeградации и фотохимических процессов. Под действием ферментов микроорганизмов происходит атака кислорода по двойным связям одного из бензольных колец. В результате образуется молекула, содержащая в своем составе гидрофобную часть. Эта молекула является ПАВ: легко проникает в мембраны клетки, блокирует электродонорные участки ДНК, нарушает синтез белка и вызывает образование опухолей у животных.

Таким образом, несмотря на некоторую полезность полициклических ароматических углеводородов, их экологическая опасность является предметом острой обеспокоенности общественности, в связи с чем в данный момент необходимо снизить их концентрацию в окружающей среде, а в лучшем случае они должны быть полностью ликвидированы. Также было отмечено, что канцерогенность полициклических ароматических соединений удается снизить их окислением при повышенных температурах и в результате облучения их ультрафиолетовым светом.

В состав технических загрязнений окружающей среды входит ряд органических соединений, обладающих способностью при накоплении в живом организме вызывать злокачественные новообразования. Существование канцерогенных веществ – факт непреложный, твердо установленный в биологическом эксперименте и в жизненной практике [2]. Его установление является одним из важнейших гуманистических актов и достижений современной медицинской науки. Своевременное предупреждение о грозящей опасности и ее источниках стимулирует человечество к разработке мер, предотвращающих или ограничивающих эту опасность.

Защита человека от угрозы «химического» канцерогенеза строится на четырех принципах. Первый из них – выявление канцерогенных веществ, установление характера и силы их воздействия, определение источников возникновения, контроль за поступлением и циркуляцией в биосфере, организация не только санитарно-гигиенической профилактики рака, но и его своевременной диагностики и лечения предопухолевых заболеваний. В этой области проведена планомерная, весьма значительная по объему и успешная работа.

Второй принцип – создание решительно во всех отраслях народного хозяйства системы производственно-технической профилактики, полностью исключающей или ограничивающей формирование канцерогенных веществ.

Третий принцип – организация интенсивной и отвечающей онкологическим нормам очистки продуктов, отходов, выбросов в атмосферу и сточных вод от канцерогенных соединений и загрязнений, в которых они содержатся.

Наконец, четвертый принцип заключается в разумном использовании самоочищающей силы природы – за счет воздействия на канцерогены и другие загрязнения ряда природных факторов: физико-химических (световое излучение и особенно его ультрафиолетовая – УФ - составляющая, изменение температуры, доступ кислорода и проч.) и биологических, в основном, бактериальных.

Для реализации второго и третьего принципов пока сделано сравнительно немного. Тривиальные меры по совершенствованию

некоторых технологических узлов в промышленности и на транспорте, по организации замкнутых циклов производственных вод, очистке стоков и питьевой воды представляют собой в ряде случаев лишь частичное и неполное решение проблемы. Радикальные мероприятия в этой области должны в необходимых случаях опираться на целевую научную разработку и внедрение принципиально новой технологии производства, на резкую интенсификацию и повышение избирательности и надежности способов очистки выбросов и сточных вод применительно к канцерогенным соединениям и веществам, усиливающим их физиологическую агрессивность [3].

Управление же естественным очищением среды находится пока на низком уровне. Чрезвычайно мало изучено поведение тех или иных канцерогенов, их биологическая и химическая устойчивость, реакционная способность в процессах «самопроизвольной» деградации, которые с известным успехом протекают в природе. Недостаток сведений о взаимосвязи канцерогенной и других видов биологической активности этих соединений, их химической структуры и реакционной способности лишает человека возможности нащупать слабое звено в молекуле канцерогена и использовать его для организации эффективной принудительной деградации последней.

Одним из природных источников полициклических ароматических углеводородов является нефть. Основоположник современной теории происхождения нефти академик И. М. Губкин предположил, что первоначальным веществом нефти были живые организмы (водоросли, бактерии, фито- и зоопланктон). Образование нефти представляет собой сложный, длительный процесс, включающий такие стадии как диагнез, катагнез и образование углеводородов [4, 5].

Тяжелые нефтяные остатки, в которых смолисто-асфальтеновая часть составляет 50 % и больше, а в структуре углеводородов преобладают конденсированные полициклические системы с большим удельным весом ароматических колец, характеризующихся низким содержанием водорода. Поэтому использование этой части нефти в качестве топлива сопряжено с необходимостью предварительного обогащения ее водородом.

Несмотря на принадлежность полициклических ароматических углеводородов к группе стойких загрязнителей, они также подвергаются трансформации и могут мигрировать в средах на достаточно длительные расстояния. Эти процессы необходимо учитывать при моделировании поведения нефтяных и НП-загрязнений и при установлении их источников [6]. В результате процессов трансформации и разложения, спустя некоторое время после попадания полициклических ароматических углеводородов в окружающую среду, четко установить их природу бывает уже достаточно сложно. После попадания в водную среду петрогенные и пирогенные полициклические ароматические углеводороды, как правило, демонстрируют аналогичное поведение. Пирогенные полициклические ароматические углеводороды имеют сильное сродство к летучим органическим частицам (сажа, биогенные взвеси), которые могут двигаться на большие расстояния благодаря ветру и другим атмосферным явлениям. Это позволяет связанным полициклическим ароматическим углеводородам достигать верхнего слоя водной толщи, перемещаться в ней с течениями и попадать на дно, оставаясь в осадке.

Свойства полициклических ароматических углеводородов: одним из центральных моментов познания сущности канцерогенеза является обусловленность физиологической агрессивности полициклических ароматических углеводородов, особенностями строения их молекул и химическими свойствами, например, реакционной способностью в ряде превращений.

Канцерогенные свойства и активность: в

1963 г. из каменноугольной смолы было выделено сильное канцерогенное вещество – 1,2-бенз[а]пирена. В различных сортах каменноугольной смолы отечественного производства обнаружено 0,001–1 % 1,2-бенз[а]пирена, а в каменноугольном пеке до 1,5–2 %. Относительно много 1,2-бенз[а]пирен содержится в сланцевых смолах, особенно в каменных (до 0,2 %), сланцевых маслах и других продуктах.

Химическая формула бенз[а]пирена – $C_{20}H_{12}$. Существует два изомера бенз[а]пирена. Структурные формулы изомеров представлены на рис. 1.

Первый – 1,2-бенз[а]пирен – высокотоксичный канцероген, содержащийся во всех продуктах горения – нефти, смоле, угле, дыме различного происхождения, в том числе табачном, воздухе больших городов, образуется при пиролизе стирола, ацетилен, тетралина, фенилбутилнафталина. В чистом виде это игловидные кристаллы или пластинки светло-желтого цвета, с температурой плавления около $177^\circ C$.

Второй – 4,5-бенз[а]пирен – кристаллы в виде игл и пластинок светло-желтого цвета, с температурой плавления $179^\circ C$. Содержится в каменноугольной смоле, обнаруживается в почвах (особенно вблизи предприятий и автомобильных дорог). Образуется при высокотемпературном пиролизе ацетилен. Препаративно получается взаимодействием 9,10-дигидроантрацена с акролеином в присутствии HF при $3-20^\circ C$ с последующим дегидрированием при перегонке над Hg. Мутагенным, канцерогенным свойствами не обладает.

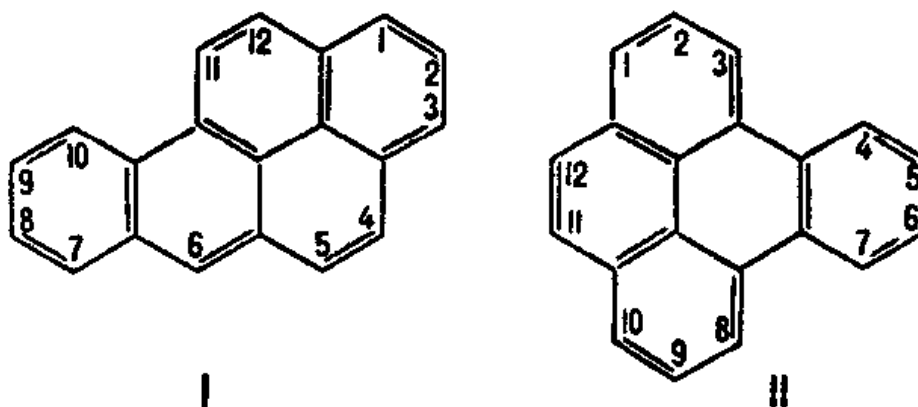


Рис. 1. Изомеры бенз[а]пирена: I – 1,2-бенз[а]пирен; II – 4,5-бенз[а]пирен

Бенз[а]пирен, как и все полициклические ароматические углеводороды, главным образом результат технического прогресса, следствие деятельности человека. Основные источники техногенного загрязнения полициклических ароматических углеводородов – сжигание твердых и жидких органических веществ, в том числе нефти и нефтепродуктов, древесины, антропогенных отходов. Из природных источников бенз[а]пирена стоит отметить лесные пожары, извержение вулканов.

В продуктах термической переработки и неполного сгорания топлива присутствуют и другие полициклические ароматические углеводороды. Коэффициент относительной токсичности бенз[а]пирена принят за единицу, а других полициклических ароматических углеводородов, таких как флуорантен (0,034), бенз(а)антрацен (0,033), хризен (0,26), бенз[в]флуорантен (0,1), бенз[к]флуорантен (0,01), дибенз[а, h]антрацен (1,4), бенз[g, h, i]периллен (1,0), индено[1,2,3-с, d]пирен (0,1). В ряде работ сообщается об обнаружении в продуктах термической переработки каменного угля, в загрязнениях атмосферного воздуха, в выхлопных газах автотранспорта 2,3,7,8-днбензпирена и 1,2,7,8-дидеизпирена.

Существует мнение, что канцерогенными свойствами обладают, например, преимущественно производные фенантрена с метильными группами или ароматическими кольцами, размещенными в положениях 1, 2, 3 или 4. С другой стороны, известно, например, отсутствие какой-либо корреляции канцерогенных свойств и активности полициклических ароматических углеводородов в реакциях замещения (хлорирования, сульфационирования, образования диазосоединений и т. п.). До последнего времени оказывались бесплодными попытки корреляции агрессивности полициклических ароматических углеводородов

и их растворимости в чистой воде и органических жидкостях.

Исследование электронной структуры полициклических ароматических углеводородов с помощью методов квантовой химии и, в частности, метода молекулярных орбиталей (МО) – явилось основой для построения гипотезы, а затем и теории взаимосвязи строения и канцерогенных свойств этих соединений. В молекуле канцерогена выделены две «активные» области, ответственные в конечном счете за канцерогенез. Первая из них так называемая область К обладает наименьшей энергией орто-локализации, т. е. обеспечивает преимущественное протекание реакций присоединения к атомам углерода, находящимся в орто-положении к ней. Ее расположение отмечено на рис. 2 для молекулы бензантрацена. Вторая активная область L, обладает, напротив, наименьшей энергией локализации в параположении к ней, чем и определяет протекание соответствующих реакций присоединения.

Канцерогенными свойствами обладают лишь те полициклические ароматические углеводороды, молекуле которого присуща высокоактивная область К (К – индекс не более 3,31) и малоактивная область L (L-индекс не менее 5,66 условных единиц). Отсутствие последней в молекуле полициклических ароматических углеводородов, например, у БП, или значительное ее подавление, например, у асимметричных молекул дибензантраценов, способствует усилению или появлению канцерогенной активности соединения.

Таким образом, теоретически установлено качественное соответствие некоторых энергетических характеристик молекулы полициклических ароматических углеводородов с ее физиологической агрессивностью.



Рис. 2. Расположение областей M, K и L в молекуле бензантрацена

Впрочем, в ряде экспериментов обнаружена известная несогласованность этой теории (теория Б. Пюльмана) с некоторыми фактами.

Приведем так называемую молекулярную диаграмму (рис. 3) для 3,4-бензпирена, наиболее типичную для канцерогенных полициклических ароматических углеводородов. Она показывает распределение электронной плотности и свободной валентности при основном и возбужденном состояниях молекулы [7].

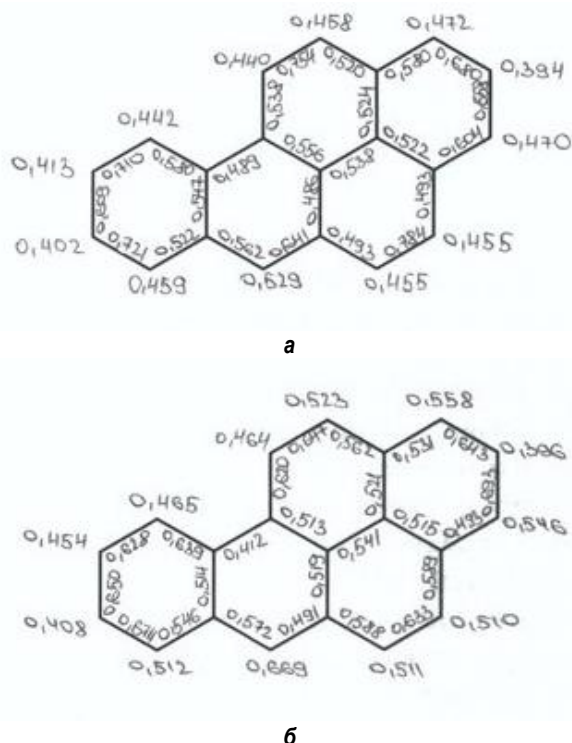


Рис. 3. Молекулярные диаграммы для 3,4-бензпирена в основном (а) и возбужденном (б) состояниях

По данным Всемирной организации здравоохранения, заболеваемость населения раком на 70–80 % зависит от действия факторов внешней среды – химических канцерогенных веществ, в том числе – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Главными источниками загрязнения окружающей среды канцерогенными веществами являются дымы различных отопительных систем, тепло- и электростанций, выбросы пекококсовых заводов, толевых, графитовых, асбестовых, сажевых производств; нефтеперерабатывающих, коксохимических, металлургических, алюминиевых заводов; автомобильных и авиационных двигателей. Факторы повышенного выделения вредных выбросов

связаны с переработкой или получением в технологических процессах высокомолекулярных продуктов пиролиза топлива (угля, нефти).

ГОСТом 12.1.005-88 к первому классу опасности отнесены смолистые возгоны каменноугольных смол и пеков (В). Предельно допустимая концентрация для (В) при содержании в них бенз(а)пирена (БП) менее 0,075, принята 0,2 мг/м³, при содержании БП в интервалах 0,075–0,15 и 0,15–0,3 % соответственно 0,1 и 0,05 мг/м³. Для БП – общепринятого индикатора канцерогенности – ПДК–0,0015 мкг/м³.

В работе сделано предположение, что БП, как чистое вещество, формально не опасное для человека соединение из-за отсутствия случаев профессионального рака у работающих с ним людей. Активным модификатором легочного канцерогенеза при воздействии БП могут быть окислы азота, фенол, углеродистая пыль. По мнению Н. Н. Литвинова, присутствие БП при наличии в окружающей среде модификаторов относится к чрезвычайно опасной, в отношении возникновения раковых опухолей, ситуации.

В условиях производства электродной продукции происходит контакт работающих с различными полициклическими ароматическими углеводородами, содержащими БП, и углеродистой пылью. Поэтому его канцерогенное действие может быть неоднократно усилено. Так, канцерогенная активность каменноугольной смолы соответствует действию трехкратной дозы, определяемого в смоле, бенз(а)пирена.

В воздухе помещений, производящих и перерабатывающих каменноугольную смолу и пек, содержание вредных веществ значительно превышает ПДК. В продуктах электродного производства БП обнаружен в количестве: пек – 14,1 г/кг; заготовки: холодного прессования – 1,3 г/кг, горячего прессования – 1,6 г/кг; после обжига – 0,003 г/кг, после графитации – 0,002 г/кг.

Исследованиями установлено, что образование полициклических ароматических углеводородов происходит при температуре 600–850 °С при совместном пиролизе алифатических и ароматических углеводородов. По другим данным полициклические ароматические

углеводороды образуются при сухой перегонке и неполном сгорании топлива при температурах 300–400 °С.

Технологический процесс производства электродной продукции предусматривает переработку среднетемпературного каменноугольного пека при следующих процессах: подготовка и хранение пека – до 180 °С, смешивание электродных масс – 125–140 °С, прессование остывшей до 85–105 °С массы – при температуре калибра мундштука 140–165 °С. При обжиге изделий температура в теле заготовки достигает 850–900 °С. Таким образом в процессе переработки каменноугольного среднетемпературного пека происходит не только выделение, имеющегося БП, но и его синтез.

Несовершенство и изношенность оборудования цехов электродных заводов способствуют увеличению содержания вредных выбросов. Одним из путей может быть усовершенствование и полная герметизация оборудования. Другой путь – устранение самого источника загрязнения – каменноугольного пека [8].

В России при изготовлении углеграфитовых изделий применяется только среднетемпературный каменноугольный пек (марки А и Б) ГОСТ 10200-83 и до настоящего времени он в большей мере удовлетворяет требованиям, предъявляемым к связующему. Использование некоторых технологических приемов на стадии получения каменноугольного пека может изменить его канцерогенность. В пеке, используемом для брикетирования угольных шихт перед коксованием, содержание БП растет вследствие отгона легких фракций, не содержащих БП, и синтеза его при высоких температурах. Термоокисленный пек при тех же качественных характеристиках содержит в 6 раз меньше БП, чем мягкий пек, полученный по обычной технологии.

Исследования показали снижение содержания полициклических ароматических углеводородов в пеке, подверженном воздействию у излучения или озонирования и при изменении температурного режима переработки. Пластифицированный пек характеризуется также меньшей токсичностью, но из-за большого содержания пластификатора (поглотительное масло), он легче всасывается через кожные покровы и оказывает

неблагоприятное общетоксическое действие на организм животных.

Несмотря на то, что технологические приемы снижения канцерогенности каменноугольного пека известны, промышленного использования они не нашли. Канцерогенность каменноугольных пеков остается высокой, следовательно, высока и онкоопасность использующих его производств. Поэтому остается актуальной задача поиска заменителей каменноугольного пека, характеризующихся меньшей канцерогенностью или полным ее отсутствием. Оптимальным вариантом снижения онкоопасности электродного производства, по мнению многих исследователей, может быть замена каменноугольного пека-связующего на пек нефтяной природы.

Нефтяной пек является продуктом высокотемпературной переработки углеводородов и также, как и каменноугольный, содержит в своем составе полициклические ароматические углеводороды, однако концентрации вредных веществ в воздухе нефтеперерабатывающих предприятий не превышают предельно допустимые.

Сравнительная оценка канцерогенных свойств каменноугольных и нефтяных пеков показывает значительно меньшую канцерогенную активность нефтяных пеков. В работе установлено, что нефтяной пиролизный пек на 99,4 % состоит из смолистых веществ, это приблизительно на 11 и 23 %, больше чем для среднетемпературного (СТП) и повышенной температуры размягчения (ППТР) каменноугольных пеков соответственно. Эксперименты на белых мышах показали, что злокачественные новообразования кожи составили при использовании: каменноугольного пека 87–96 %; нефтяного пиролизного пека – 63 %; нефтяного крекингового среднетемпературного пека – 6 %.

В пользу замены каменноугольного пека-связующего на пек нефтяной природы свидетельствуют данные по выделению из него смолистых веществ (В) в процессе термообработки. В отходящих газах при разгонке пеков до температуры 180 °С выделение смолистых веществ и БП составило соответственно: из нефтяного пека – 173,0 мг/м³ и 0,95 мкг/м³; из пеков каменноугольных: СТП – 1649,0 мг/м³ и 28,3 мкг/м³; ППТР – 5538,0 мг/м³ и 250 мкг/м³.

Анодная масса, приготовленная на нефтяных пеках, при обжиге выделяет БП в десятки раз меньше, чем рядовая. Результаты работ показали, что применение нефтяного связующего позволило снизить содержание БП в цедах электролиза более чем в 60 раз.

По данным, количество смолистых веществ, выделяющихся при обжиге коксопечевых композиций из нефтяного крекингового пека, в 2,5–3 раза ниже в сравнении с каменноугольным пеком, а выход БП ниже в 30 раз.

Таким образом, использование нефтяного пека в качестве связующего материала в производстве электродной продукции позволит обеспечить реальное снижение загрязнения воздуха рабочей зоны и сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Литературная информация не позволяет выявить преимущества какого-либо вида нефтяного пека. Согласно работе канцерогенные свойства пеков сосредоточены в составе γ и β - фракций, а более высокое содержание БП характерно для пиролизного пека. Взаимосвязь между содержанием БП и показателями качества пека не установлена.

Не подтверждена зависимость выхода смолистых веществ и БП от температуры размягчения пеков при исследовании анодной массы на основе 8-каменноугольных пеков с температурой размягчения от 69,5 до 147,0 °С. В то же время показано, что с повышением температуры размягчения пека общее количество летучих продуктов, выделившихся при коксовании электродных масс, уменьшается, обогащаясь смолистой частью. Различия в содержании БП обнаружены в процессе обжига только для масс из разных пеков: у нефтяного пека БП выделяется в 10 раз меньше.

Условия образования бензпирена в нефтепродуктах: наличие частиц углерода в пламени обусловлено термическим и термоокислительным разложением углеводородов, происходящим в основном в первоначальной зоне подогрева и воспламенения нагретой смеси. Имеются различия в образовании сажи в диффузионном пламени и пламени с частичным или полным предварительным смешением топлива с воздухом. Многочисленные исследования, выполненные отечественными и зарубежными исследователями, позволили

сделать вывод, что относительная легкость отщепления атомов водорода от углеводородной молекулы по сравнению с разрушением углеродных связей является определяющим фактором сажеобразования. Термическая дегидрогенизация происходит сразу же как только топливо попадает в диффузионное пламя (или его отдельные вихри) и нагревается до 800 °С или более высокой температуры, прежде чем приходит в соприкосновение с кислородом воздуха. Образующиеся при разложении и в результате цепных реакций с разветвляющимися цепями активные частицы ускоряют дегидрогенизацию: $H + C_2H_2 \rightarrow H_2 + C_2H$ [9].

Данная реакция отщепления атома водорода от молекулы ацетиленом другим свободным атомом водорода имеет энергию активации всего 20,9 КДж/моль, что указывает на легкость ее протекания. Установлено также, что помимо атомов водорода и другие атомы и радикалы участвуют в процессе сажеобразования.

Таким образом, можно считать, что отделение атомов водорода от молекул углеводородного топлива как за счет термических процессов, так и активными атомами, и радикалами является начальным процессом сажеобразования.

В пламени углеводородных газов в результате термического разложения и частичного окисления топлива во фронте пламени образуются углеводороды с меньшей молекулярной массой (этилен, ацетилен) и углерод: $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_2$

Для объяснения стадии превращения ацетиленом в сажистый углерод достоверным является механизм, основанный на одновременном протекании процессов дегидрогенизации и полимеризации.

При высоких температурах в камерах сгорания процесс сажеобразования идет настолько быстро, что его невозможно отделить от процесса прогрева газа. Рядом исследований было установлено, что время образования сажистых частиц составляет менее 1/10 от времени процесса полного разложения метана.

Схема процессов образования сажистого углерода для пламени с предварительным смешением топлива с воздухом аналогична

схеме для диффузионного пламени. Однако в этом случае время пребывания молекул горючего вещества в зоне предварительного нагрева слишком мало, чтобы могло произойти образование очень больших молекул и их последующая графитизация. Здесь, в зоне высоких температур, скорее может происходить термоокислительный пиролиз, чем образование больших молекул сажистого углевода.

На процессы сажеобразования существенно влияют режимные и конструктивные параметры топочного процесса. Температура пламени оказывает двойное действие на образование сажи – более высокие локальные температуры пламени способствуют образованию частиц сажи, однако при этом ускоряется горение самих частиц [10].

Подогрев воздуха или газа при сжигании гомогенных смесей приводит к повышению температуры горения, что снижает образование сажи, поскольку температура сильнее влияет на завершение процесса горения, чем на процесс сажеобразования. Однако в очень «богатых» смесях завершение окисления имеет меньшее значение, и повышенная температура ускоряет реакции пиролиза и соответственно выход сажи.

Турбулентность потока топлива и воздуха в большинстве случаев ведет к более быстрому сгоранию частиц углерода за счет их лучшего перемешивания с раскаленными газами и кислородом. Увеличение степени предварительного перемешивания топлива с воздухом и повышение качества смешения струй топлива с воздухом позволяют уменьшить образование сажи и создать условия для ее более полного выгорания.

Сажистые частицы, образующиеся при горении топлива, можно рассматривать как индикаторы наличия 3,4-бензпирена ($C_{20}H_{12}$), аэрозоли которого легко адсорбируются сажистыми частицами.

3,4-бензпирен является наиболее распространенным канцерогенным веществом, представляющим собой желтые игольчатые кристаллы. Его молекулярная масса 252, температура плавления 452 К, температура кипения 773 К. Как и все ароматические углеводороды, он практически нерастворим в воде, но растворяется в маслах, жирах, в

органических растворителях. Бензпирен образуется из углеводородных соединений с оптимальными температурами около 970–1070 К.

Простые углеводороды (C_2H_6 , C_2H_4) претерпевают процесс удлинения цепи, приводящий к образованию промежуточных соединений типа $C_6 - C_4$. а два таких промежуточных соединения могут образовываться в результате циклизации и дегидрования при высокой температуре $C_{20}H_{12}$.

Аналогичным образом длинноцепочные углеводороды, например, из нефти, могут распадаться на меньшие фрагменты, претерпевать циклизацию с образованием $C_6 - C_4$, а затем таким же путем превращаться в бензпирен. При высоких температурах процессы пиролиза приводят не только к разложению молекулы вещества, но и к синтезу новых соединений с образованием сажистых образований и сложных радикалов, и соединений типа C_6H . Это соединение в процессе дальнейшего реагирования превращается в зародыш новой фазы, образуя простейшие ароматические углеводороды. Рост зародыша происходит за счет присоединения углеводородных частиц C, H , и C, H . Суммарное уравнение образования 3,4-бензпирена из ацетиленов можно записать так: $10 C_2H_2 \rightarrow C_6H_2 + 3C_2H_2 + 4C_2H - C_{20}H_{12} + 4H_2$

При пиролизе метана балансовое уравнение имеет вид: $20CH_4 \rightarrow 10C_2H_2 + 30H_2 \rightarrow C_{20}H_{12} + 34H_2$

В условиях недостатка кислорода при температурах 1070 – 1270 К в процессе горения углеводородов образуется значительное количество бензпирена. Исследования по определению бензпирена в уходящих газах энергетических установок показали, что при работе на природном газе количество 3,4-бензпирена может колебаться в широких пределах (от 0 до 10 мкг) в зависимости от режима работы, условий горения и конструкции горелок [11].

В присутствии бензпирена оксид углерода, сернистый ангидрид и другие компоненты, не являющиеся канцерогенными, приобретают канцерогенные свойства, т. е. становятся коканцерогенными.

Наряду с бензпиреном в продуктах сгорания топлива могут присутствовать и другие

полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладающие канцерогенными свойствами. Это 7,12-диметилбензантрацен, дибензантрацен, 1,2,4,5-дибензпирен и др., по концентрациям сопоставимые с бензпиреном. Наличие 3,4-бензпирена в продуктах сгорания рассматривается как основной показатель присутствия и других канцерогенных углеводородных соединений и условий, допускающих синтез канцерогенных веществ ароматического ряда. Поэтому при изучении канцерогенной загрязненности атмосферного воздуха обычно ограничиваются только его обнаружением.

Взаимосвязь свойств нефтяных пеков и углеродных изделий: наличие множества патентной информации о способах получения нефтяных пеков за рубежом предполагает их широкое использование при изготовлении углеродных материалов. Для получения пеков используются смолы пиролиза и остатки крекинга углеводородов, как наиболее ароматизированные продукты. Нефтяные пеки предлагаются в качестве связующего материала в производстве анодов, электродов для алюминиевой промышленности, угольных электродов, графитированных электродов, при брикетировании углей, а также для изготовления углеродных волокон и адсорбентов.

Анализ показывает, что для производства нефтяных пеков зарубежными фирмами используются в основном остатки крекинга нефтепродуктов, а пеки применяются при изготовлении угольной продукции. Качество пеков оценивается комплексом показателей индивидуально для фирмы – потребителя пека. Основные показатели качества: температура размягчения; коксовый остаток; содержание компонентов, нерастворимых в бензоле и хинолине; пикнометрическая плотность; атомное соотношение содержания углерода, водорода и серы [12].

Химические свойства: сравнительно легко окисляются с образованием хинонов, а затем карбоновых кислот. Относительно легко гидрируются. Некоторые из полициклических ароматических углеводородов, в том числе канцерогенных, разрушаются под действием сильных концентрированных кислот, токов высокой частоты, ультразвука, УФ-излучения.

Кардинальным решением вопроса экологической безопасности производства является переход от технологии Содерберга к электролизерам с предварительно обожженными анодами. В этом случае выброс смолистых веществ, содержащих канцерогенные ПАУ, снижается в сотни и тысячи раз и составляет в среднем около 0,007 кг/т [13]. Перевод производства на обожженные аноды требует гигантских капитальных вложений, что ставит под сомнение возможность практической реализации такого проекта для большинства отечественных заводов. Так, например, перевод на обожженные аноды ОАО «КрАЗ» был оценен приблизительно в 2,2 млрд долларов США [14]. Справедливости ради следует упомянуть об удачном опыте Надвоицкого завода по переводу электролизеров с самообжигающимися анодами и боковым токоподводом на электролизеры с обожженными анодами. Однако этот результат был получен на электролизерах малой мощности (номинальный ток 80 кА) и ограничен масштабами одного электролизного корпуса.

Учитывая изложенное выше, рассмотрим другие, более реалистичные варианты снижения экологического риска на производстве на электролизерах с самообжигающимися анодами. Данные варианты предусматривают снижение токсичности электролизного производства при сохранении технико-экономических показателей процесса на достаточно высоком уровне.

Список источников

1. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности. Л.: Изд-во «Химия», 1976. 592 с.
2. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. М.: Изд-во «Колос», 2007. 334 с.
3. Дошлов О.И., Коновалов Н.П., Окладников В. П. Адгезия и адгезивы: теория адгезии, свойства и характеристики органических адгезивов, их модификация. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2017. 211 с.
4. Соколов А.Д., Константинов В.Г., Подгайко Г.А. О канцерогенной опасности работы в электродных цехах алюминиевых заводов // Вопросы гигиены труда в электродной промышленности. 1976. Т. 62. С. 55–56.
5. Рослый О.Ф., Ефремова В.М., Федорук А.А., Слышкина Т.В., Рослая Н.А. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников производства электродной продукции // Медицина труда и экологии

- человека. 2015. № 3. С. 160–167.
6. Константинов В.Г., Соколов А.Д., Кузьминых А.И., Белик Т.М., Сухорукова Е.А., Козлова С.И. [и др]. Комплексная оценка пеков каменноугольного и нефтяного происхождения и некоторых путей снижения их канцерогенной активности // Сб. науч. тр. Московского НИИ гигиены. 1981. № 3. С. 73–77.
7. Капустин В. М., Чернышева Е. А. Проблемы и тенденции развития современного нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплекса России // Матер. VI Международной науч.-практ. конф. «Нефтегазопереработка-2010» (г. Уфа, 26 мая 2010 г.). Уфа: ГУП «Институт нефтехимпереработки Республики Башкортостан», 2010. С. 18–19.
8. Пучкарева К. О., Баранов Д. Е., Сафин Е. А. Эксперименты по получению нефтяного пека // Актуальные вопросы современной науки. 2019. № 2/3. С. 34–36.
9. Камалов Р. М., Юсупов М. Р., Лапшин И. Г., Запорин В. П. Перспективы производства нефтяного изотропного кокса в качестве наполнителя углеродных конструкционных материалов // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2018. № 3. С. 62–78. [Электронный ресурс]. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/3_2018/ogbus_3_2018_p62-79.pdf (14.11.2022).
10. Мухамедзянова А. А., Ихсанов И. А., Хайбуллин А. А. Изменение физико-химических свойств нефтяных высокоплавких пеков при хранении // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2018. № 2. С. 16–20.
11. Маракушина Е. Н., Храменко С. А., Голоунин А. В. Выделение канцерогенных ПАУ при карбонизации каменноугольного пека // Кокс и химия. 2010. № 3. С. 32–36.
12. Kremer H. A. Recent developments in electrode pitch and tar technology // Chemistry and Industry. 1982. Vol. 18. P. 702-713.
13. Пат. № 60927, Япония, МКИ С ЮС 9/44. Непрерывный процесс производства пека из крекинг остатков / С. Камимура; заявитель и патентообладатель Ниппон сэкию К.К. – 135236/76. Заявл. 12.11.76; опубл. 31.05.78.
14. Пат. № 2481310, Франция, МКИ СЮС 1/16. Способ и устройство для получения пека из нефтяных фракций, полученный пек, его применение / A. Sacalanda; заявитель и патентообладатель Societe Françoise des Petroles, 80096685; Заявл. 29.04.80; опубл. 30.10.81.

Информация об авторах / Information about the authors

Горбунов Михаил Сергеевич,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kelbrao@gmail.com

Mikhail S. Gorbunov,

Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport.
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
kelbrao@gmail.com

Харченко Кирилл Алексеевич,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kirillkharchenko1999@gmail.com

Kirill A. Kharchenko,

Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport.
Irkutsk National Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
kirillkharchenko1999@gmail.com

Еловенко Денис Александрович,

доцент,
кафедра конструирования и
стандартизации в машиностроении,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
elovenko03@gmail.com

Denis A. Elovenko,

Associate Professor,
Department of Design and Standardization
in Mechanical Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
elovenko03@gmail.com

Принципиальное устройство индукционной печи и применение отечественного вибронасыпного огнеупора

© М.Ю. Кузьмина, Е.С. Медведев, А.П. Кондратенко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Целью данной статьи является изучение возможности совершенствования конструкции и принципа работы индукционных тигельных печей для плавки чугуна на предприятиях компании «РУСАЛ», в частности, в филиале ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов (Иркутский алюминиевый завод (ИркАЗ)). В работе отмечено, что индукционная плавка имеет ряд преимуществ перед другими видами, например, в вагранках и дуговых печах. Однако ряд недостатков, среди которых небольшой ресурс работы тигля, низкая температура шлаков и высокая стоимость оборудования, не позволяют полностью использовать все возможности современных индукционных тигельных печей. В работе рассматривались возможности совершенствования конструкции индукционных тигельных печей, используемых в анодно-монтажном отделении ИркАЗа. В настоящее время, чтобы уменьшить потери электромагнитного поля между индуктором и металлом, тигли производятся небольшой толщины. Кроме этого, между плавками постоянно возникает разность температур, что еще больше уменьшает стойкость футеровки. Актуальным является применение отечественных огнеупоров, способных значительно улучшать рабочие свойства футеровки тигля индукционной печи, что в свою очередь позволяет обеспечить высокое качество выплавляемого металла и повышать продолжительность работы печи. Стойкость тигля определяется физико-химическими свойствами футеровки, зависящими от химико-минералогического и гранулометрического состава огнеупорных материалов. Показано, что из готовых смесей для футеровки индукционных тигельных печей подходят отечественные смеси КВМБ-1 и КВМБ-2. Их использование позволит значительно снизить стоимость оборудования и увеличить продолжительность использования тигля.

Ключевые слова: чугун, сталь, алюминий, литейное производство, индукционная тигельная печь, конструкция индукционной печи, огнеупоры, свойства огнеупоров, футеровка печи

Principal arrangement of an induction furnace and the use of domestic vibro-filled refractory

© Marina Yu. Kuzmina, Evgeny S. Medvedev, Alexander P. Kondratenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The purpose of this article is to study the possibility of improving the design and principle of operation of induction crucible furnaces for melting cast iron at RUSAL enterprises, in particular at the Branch of PJSC RUSAL Bratsk in Shelekhov (Irkutsk aluminum smelter (IrkAZ)). The article notes that induction melting has a number of advantages over other types, for example, in cupolas and arc furnaces. However, a number of disadvantages, including a small crucible life, low slag temperature and high cost of equipment do not allow full use of all the capabilities of modern induction crucible furnaces. The article considers the possibilities of improving the design of induction crucible furnaces used in the anode and assembly department of the IrkAZ. Currently, in order to reduce the loss of the electromagnetic field between the inductor and the metal, crucibles are produced of small thickness. In addition, there is a constant temperature difference between the melts, which further reduces the durability of the lining. The use of domestic refractories is relevant, which can significantly improve the working properties of the crucible lining of an induction furnace, which in turn makes it possible to ensure high quality of the smelted metal and increase the duration of the furnace. The stability of the crucible is determined by the physicochemical properties of the lining, depending on the chemical-mineralogical and granulometric composition of refractory materials. The article shows that domestic mixtures KVMB-1 and KVMB-2 are suitable from ready-made mixtures for lining induction crucible furnaces. The use of these mixtures significantly reduces the cost of equipment and increases the duration of use of the crucible.

Keywords: cast iron, steel, aluminum, foundry production, induction crucible furnace, induction furnace design, refractories, properties of refractories, furnace lining

Введение

Индукционная плавка чугуна приобрела широкое распространение как по числу дей-

ствующих установок, так и по разнообразию технологических применений в самых разных областях промышленности и металлургии

[1–6]. Индукционные печи относятся к числу относительно несложных в условиях эксплуатации плавильных агрегатов. В индукционных печах возможна выплавка любых марок чугунов на холодной и жидкой завалке^{1,2}. Фактическое отсутствие окисления металла в печи, возможность точного регулирования температуры обеспечивают продолжительную выдержку расплава при минимальном угаре и его стабильные физико-химические свойства^{1–4}. На рис. 1 представлена индукционная печь для плавки чугуна, стали и цветных металлов.

Важными особенностями применения индукционных тигельных печей являются^{3–6}:

- универсальность оборудования; с его помощью проводится термообработка, плавка, спекание и много других операций;

- интенсивная циркуляция расплава, вызываемая взаимодействием электромагнитных полей и вихревыми магнитными токами в расплаве, вследствие чего ускоряются плавление и выравнивание химического состава и температуры металла;

- интенсивная циркуляция жидкого металла сокращает стойкость основной футеровки, что компенсируется применением современных высококачественных футеровочных материалов;

- полный контроль скорости процесса плавки в индукционной печи, что позволяет многократно проверять состав расплава путем его химического анализа и подшихтовать расплав требуемой лигатурой;

- плотность индуктируемых токов достигает максимума на поверхности металла у

стенок тигля и снижается по направлению к оси тигля. В этом поверхностном слое выделяется наибольшее количество тепла за счет которого плавится шихта;

- шихта может состоять из мелких и крупных кусков, что обеспечивает плотность ее укладки и сокращение длительности плавления. Наиболее крупные куски укладывают у стенок тигля, где плотность токов максимальная;

- индукционные плавильные установки (печи) характеризуются незначительным угаром металла и легирующих элементов при плавлении [6, 7].



Рис. 1. Индукционная печь для плавки чугуна и стали

Полный цикл приготовления и разливки чугуна в одном производственном помещении при поточно-механизированном процессе позволяет получить максимальную технико-экономическую эффективность эксплуатации технологической линии в целом.

Принципиальное устройство индукционной печи

Устройство индукционной печи, используемой на предприятиях компании «РУСАЛ», в частности, в филиале ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов, представлена на рис. 2. Конструктивно индукционная печь состоит из неподвижной опоры (рамы), подвижного сварного каркаса из немагнитного металла, индукционной спирали с водоохлаждением,

¹Темлянцев М.В. *Металлургия черных металлов и теплотехника. История развития науки и техники с древнейших времен до наших дней.* М.: Теплотехник, 2008. 170 с.

²Самохвалов Г.В. *Металлургические электропечи.* М.: Теплотехник, 2009. 304 с.

³Теплотехника металлургического производства. Конструкция и работа печей: МИСИС, 2002. 733 с.

⁴Гущин С.Н. *Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства.* М.: Металлургия, 1993. 366 с.

⁵Кузьмина М.Ю. *Основы металлургической теплотехники.* Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2016. 162 с.

⁶Миткалинный В.И., Кривандин В.А., Морозов В.А., Сборщиков Г.С., Егоров А.В. *Металлургические печи: Атлас.* М.: Металлургия, 1987. 384 с.



Рис. 2. Устройство индукционной плавильной печи

гидравлической, механической и электрической оснастки рабочих действий печи, вспомогательных систем и компонентов^{6–10}.

Подвижная и неподвижная рамы печи.

Неподвижная опора является основой для креплений кожуха печи. Она выполнена из фасонного проката и стальных листов, сваренных в жесткую конструкцию с целью предотвратить деформацию печи при наклоне в течение продолжительного срока службы. Платформа печи изготовлена из профилированного листа, она может удерживать печь и не деформируется во время работы [8–11].

Подвижный сварной каркас является основанием для индуктора, набивного огнеупорного тигля, различных контролирующих датчиков. Выполнен из фасонного проката и листов немагнитного металла, сваренных в

жесткую конструкцию с целью предотвратить деформацию печи при наклоне в течение продолжительного срока службы [8, 11].

Индукционная спираль. Индукционная спираль осуществляет перенос большого количества тока. Она изготовлена из медных трубок прямоугольного сечения, при работе охлаждается протоком воды. Индукционная спираль обладает высокотемпературной изоляцией высшего класса и устанавливается внутри рамы печи, вокруг нее concentрически распределяются магнитные стержни, в радиальном направлении, она крепится болтами к раме. Спираль обладает не только жесткостью, она также имеет большое сечение, обеспечивающее хорошую электропроводность. После того как спираль намотана и ей придана необходимая форма, она проходит заводские испытания [12]. Перед сборкой вся спираль погружается в изоляционный лак, который устойчив к воздействию высоких температур и высокого давления (рис. 3).

Для обеспечения равномерного распределения тепла в футеровке печи используются не только трубки водяного охлаждения из нержавеющей стали в верхней и нижней части спирали, но и Фарадеевы петли короткого замыкания (КЗ) вверху и внизу спирали для полного поглощения утечек потока свер-

⁷ГОСТ 16370-80 Установки и устройства индукционные электротермические средней частоты. Общие технические условия. Дата введения 01.01.1982.

⁸Кузьмин Б.А., Самохоцкий А.И., Кузнецова Т.Н. Металлургия, металловедение и конструкционные материалы. М.: Высшая школа, 1977. 304 с.

⁹Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т. 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. М.: Металлургия, 1988. 432 с.

¹⁰Брокмайер К. Индукционные плавильные печи. М.: Энергия, 1972. 304 с.

ху и снизу, для предотвращения генерирования тепла корпусом печи [12]. *Петли короткого замыкания* – это закрытые, одновитковые полые медные трубки, через которые проходит вода системы охлаждения². Полая индукционная спираль охлаждается водой в группах (контурах), не сообщаясь между собой. Внутренняя сторона индукционной спирали обмазывается слоем низкоцементного алюмосиликатного бетона слоем 10–15 мм для электрической изоляции и механической защиты индуктора. Функции обмазки индуктора могут быть следующими:

- под нее могут устанавливаться электроды для контроля утечки из печи;
- является внешней формой для монтажа расходомерного тигля;
- помогает избежать искривления в результате нагрева и охлаждения, что сказывается на сроке службы футеровки;
- помогает выровнять спираль, предотвратить вибрацию, вызванную электромагнитным излучением^{3,4}.



Рис. 3. Общий вид индуктора печи в сборе

Магнитные стержни. Дополнительно для повышения эффективности индукционной печи и для концентрации электромагнитного поля в конструкцию вводятся охлаждаемые стержни из ферромагнитного материала. Они усиливают перенос мощности от индуктора к загруженному металлу, снижают излучение тепла от металлических предме-

тов, таких как рама печи, то есть являются магнитным экраном. Другая функция магнитных стержней состоит в том, чтобы прижимать спираль, удерживать радиальные крепления с помощью крепежных болтов. Магнитные стержни также оказывают значительный эффект на увеличение эффективности, прочности, улучшение осевого распределения температуры печи [6, 11]. Магнитные стержни (рис. 4) изготавливаются из высококачественной холоднокатаной кремнистой стали, защелкиваются с обеих сторон с помощью пластин из нержавеющей стали, аркообразный профиль их поверхности соответствует внешнему диаметру индукционной спирали. Во время сборки магнитных стержней они прижимаются к спирали, между ними остается изоляционный коврик, который воспринимает высокую температуру и давление, а снаружи они прижимаются пластинами из нержавеющей стали с помощью нескольких винтов M24.



Рис. 4. Магнитные стержни в демонтированном виде

На внутренней стороне пластин из нержавеющей стали, удерживающих магнитные стержни, имеется специальный радиатор водяного охлаждения. Поэтому при эксплуатации печи обеспечиваются оптимальные условия работы стержней, исключая их искривление из-за роста температуры.

Таким образом, стержни исполняют двойственную функцию – обеспечивают жест-

кость индуктора и экранируют электромагнитное поле, увеличивая попутно его концентрацию.

Сопутствующие системы обеспечения работоспособности. Несмотря на кажущуюся простоту конструкции индукционной печи, ее работа обеспечивается сопутствующими системами – гидравлической, системой защиты, силовой питающей, охлаждения, аспирации, а также оснащается контрольно-измерительными приборами².

Гидравлическая система. Основное назначение гидравлической системы – выполнение рабочих движений элементов индукционной печи, в том числе открывания/закрывания крышки печи, наклона, с целью выливки жидкого металла, а также для демонтажа отработанного тигля [6]. Для аварийной подачи питания на двигатель гидравлической системы, в случаях отключения электроэнергии, используется запасной генератор. Во время нормального режима работы, если происходит отключение питания по какой-либо причине, шкаф станции управления электродвигателями (ЦУЭ) подает сигнал на генератор и генератор запускается автоматически. После того как исходное состояние восстанавливается, шкаф ЦУЭ автоматически переключается в нормальный режим подачи питания из запасного [13].

Для предотвращения нештатных ситуаций при использовании гидравлической системы (открывание/закрывание, подъем/опускание крышки; подъем/опускание печи для слива металла в ковш, удаление футеровки при использовании специального устройства) в системе предусмотрен запасной гидравлический модуль (рис. 5).

Наклон печи осуществляется гидравлическими цилиндрами, устанавливаемыми на обеих сторонах корпуса печи (рис. 2), которые могут приводить корпус печи в движение для наклона на 95°. Угол поворота ограничивается датчиками положения.

Крышка печи поднимается с помощью гидравлического цилиндра и поворачивается на валу, угол поворотного механизма составляет 90–95°. Нижняя плоскость крышки имеет футерованный слой армированного огнеупорного бетона для защиты конструкции от высокой температуры.

Для обеспечения оперативности процесса проведения капитального ремонта предусмотрена система выталкивания отработанного тигля, представляющая собой гидравлический набор для удаления футеровки печи. С этой целью внутренняя поверхность индуктора выводится конусом до 3–4° расширения к верху печи.

С помощью этого механизма можно не только облегчить труд операторов, снизить затраты времени на остановку машины, снизить степень повреждения индуктора при снятии футеровки, но и снизить количество пыли и шума до минимума [6].

Система контроля и защиты печи. В процессе работы индукционной печи по различным причинам образуются трещины и протекают коррозионные процессы сквозь рабочую футеровку [8]. Это может привести к аварии, если не будет обнаружено вовремя. Ущерб может быть нанесен изоляционному слою индуктора и магнитным стержням. Прожог медных трубок индуктора, контакт жидкого металла с водой контура охлаждения может привести к серьезной аварии, взрыву и угрожать безопасности людей. Для обеспечения безопасности производства и предотвращения утечки металла из печи в оборудование устанавливаются устройства контроля, предназначенные для определения наличия утечки и включения сигнализации^{11,12}.

Донный электрод системы контроля утечки металла из печи изготавливается из проводов из нержавеющей немагнитной стали ($d = 0,4–1$ мм, 7–8 штук) [13]. Провода из нержавеющей стали пропускают через специальные отверстия в подине печи и подсоединяют к клеммам системы контроля прогара футеровки печи. Провода из нержавеющей стали должны иметь достаточную длину. Бокковые электроды представляют собой сетку из нержавеющей немагнитного металла (нержавеющая сталь, полутомпак, латунь, бронза), которая укладывается между двумя слоями миканита. Внутренняя поверхность спи-

¹¹ГОСТ 12.2.007.9-93 (МЭК 519-1-84) Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования; дата введения 01.01.1995.

¹²ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; дата введения 01.01.1992.

рали обмазывается слоем огнеупорного цемента.

Существует несколько эффективных способов предотвратить утечку жидкого металла из печи. Одним из них является постоянный замер величины тока утечки через футеровку, т. е. падение сопротивления материала футеровки печи. Учитывая эффект металлизации футеровки внутреннего слоя плавильной зоны (рис. 6), достаточно просто спрогнозировать и отследить зависимость толщины футеровки или возникновения трещин по увеличению проводимости кварцевой массы.



Рис. 5. Силовой гидравлический модуль



Рис. 6. Металлизация футеровки печи

Необходимо учитывать, что сопротивление свежееобожженной футеровки печи низкое, поскольку она еще содержит много влаги и устройство будет правильно работать только после 3–5 циклов плавки.

Если остаточная толщина футеровки составляет от 60 до 80 мм (для средних и больших печей) или менее 40–60 мм (для малых и средних печей), то футеровка печи должна быть заменена. При одинаковой толщине футеровки, ее сопротивление может различаться, параметры утечки тока будут разными.

Если утечка жидкого металла происходит из многих мест, то токовая нагрузка на печи будет быстро расти, перейдет за аварийный порог токовой защиты, после чего преобразователь (конвертер) частоты автоматически отключится для защиты оборудования и компонентов от повреждения [8, 9].

Существует система визуализации и контроля износа футеровки в реальном времени, однако затраты на ее обеспечение больше, чем при указанном выше варианте [8]. Немецкая компания Saveway GmbH & Co. KG разработала систему непрерывного измерения и визуализации остаточной толщины футеровки индукционной тигельной печи, принцип работы которой основывается на нелинейной зависимости электрического сопротивления огнеупорного материала от температуры. С увеличением износа футеровки расплав перемещается в сторону датчиков (электродных пластин), размещенных на обмазке индуктора (за наружным слоем футеровки). Вследствие этого увеличивается температура огнеупорного материала, находящегося перед датчиками, и его удельное электрическое сопротивление экспоненциально понижается. Система включает в себя три компонента: датчики (электродные пластины), измерительный блок и блок визуализации.

Система делает возможным непрерывную визуализацию состояния футеровки печи. При этом измеряется остаточная толщина стенок на основании видимого и невидимого износа любого вида, такого как эрозия, инфильтрация, трещины или козырьки металла. С другой стороны, надежно распознаются влага вследствие утечек с катушки, перегрев расплава и процесс высушивания при спекании. При представлении износа огнеупорная футеровка делится на сегменты по окружности, а толщина стенки для каждого сегмента разделяется на 16 уровней. Критические для эксплуатации

печи состояния выводятся на блоке управления и визуализации в качестве дополнительных визуальных сообщений («Предупреждение», «Критический износ») [13].

Источник питания средней частоты.

Источник питания средней частоты представляет собой устройство подачи питания, которое делает возможным нагрев металла в печи с помощью электромагнитной индукции (набор статических преобразователей частоты с водяным охлаждением)^{13–16}.

Силовые компоненты включают тиристор (управляемый кремниевый мост), который выступает в роли электрического и электронного переключающего компонента. Главная функция источника питания средней частоты (СЧ) состоит в переводе двух групп трехфазного промышленного напряжения в однофазный ток средней частоты для питания индукционной печи. Имеется емкость для компенсации печи и фаз инвертирования и конвертирования.

Назначение высоковольтного распределительного шкафа состоит в отключении оборудования от сети высокого напряжения, предотвращении включения и выключения оборудования. Выпрямитель-трансформатор уменьшает напряжение трехфазного переменного тока 50 Гц с 10 кВ до трехфазного 575 В двух групп: в одной группе используется подключение типа X, во второй – Y подключение. Данное питание предназначено для двойного моста выпрямителя силового шкафа СЧ (рис. 7).

После того как двойной выпрямительный мост выпрямляет ток за 12 импульсов на весь мост, он изменяется в пульсирующий постоянный ток. После фильтрации через реактор, а затем с помощью параллельно подключенного инверторного моста, ток из-

меняется на однофазный переменный ток частотой 400–800 Гц, выход на нагрузку. Цепь нагрузки состоит из шкафа компенсирующих емкостей печи [1, 6, 7].

Система охлаждения. Охлаждение элементов индукционной печи обеспечивается водой технического качества из одного главного резервуара, в который поступает рециркулированная охлаждающая вода. Водяное охлаждение электрических компонентов (силовая панель печи и компенсационные конденсаторы) подразделяются на 2 системы рециркуляции (внутренняя и внешняя). Внутренняя проводится через теплообменник «вода–вода» оборудованный собственным резервуаром с деионизированной водой. Теплообменник подключается к главному водяному резервуару, предоставляемому от трубопровода завода. Контуры индукционной спирали печи охлаждаются водой непосредственно из главного резервуара [6, 14, 15].



Рис. 7. Силовой шкаф средней частоты

В случае отключения электроэнергии аварийный дизельный генератор также обеспечивает питание водяному насосу резервуара.

Система аспирации. Аспирационная установка предназначена для удаления дымовых выбросов, образующихся в процессе работы печи и оборудована вентилятором вытяжки дыма, клапаном с электроприводом и ходовыми переключателями. Настройка системы предусматривает невозможность наклона печи без отвода аспирационного зонта от горловины печи [6].

¹³ГОСТ 27727-88 (СТ СЭВ 2265-80) Печи индукционные тигельные сетевой частоты для выплавки чугуна для литья. Нормативы расхода энергии; Дата введения 01.01.1989.

¹⁴ГОСТ 28721-90 Печи индукционные тигельные средней частоты со статическим преобразователем для плавки ферритовой стали. Показатели энергопотребления; Дата введения 01.01.1992.

¹⁵Болотов А.В., Шепель Г.А. Электротехнологические установки: учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 1988. 336 с.

¹⁶Самохвалов Г.В., Черныш Г.И. Электрические печи черной металлургии. М.: Металлургия, 1984. 232 с.

Средства измерения. В индукционной печи есть гидравлическая, охлаждающая и газоотводная системы, в которых используются различные средства измерения рабочих параметров.

Для определения температуры расплавленного металла в печи применяется пирометр Kelvin Compact 2000 с диапазоном измерения от 0 до 2000 °С.

Система охлаждения воды включает в себя следующие средства измерения: датчик контроля температуры, давления, расхода воды. Принцип работы датчика контроля температуры заключается в следующем: если в процессе работы температура охлаждения печи достигает 55 °С, то срабатывает звуковая сигнализация. Если температура продолжает расти, то срабатывает система отключения печи от питания. Принцип работы датчика давления воды заключается в следующем: рабочее давление в магистрали составляет 2–2,2 МПа, если давление начинает падать ниже 2 МПа, то срабатывает одновременно звуковая и световая сигнализация, а также система отключения печи от питания. Датчик расхода воды (расходомер) предназначен для визуального контроля работы системы охлаждения.

Масляный бак гидравлического силового модуля оборудован датчиком высокой и низкой температуры масла, уровня масла, датчиком давления для того, чтобы убедиться в нормальной работе гидравлического масла. Когда температура масла низкая – система управления автоматически запускает устройство нагрева масла до рабочей температуры 30–55 °С. При повышении температуры более 55 °С включается звуковая и световая сигнализации².

Ремонт расходомерного тигля индукционной печи. После демонтажа изношенного расходомерного тигля внутренняя поверхность обмазки индуктора и конструкционная подина печи очищается щеткой и пылесосится для обеспечения максимального обеспыливания внутренних поверхностей обмазки [9].

В рамках капитального ремонта тигля индукционной печи для обеспечения безотказности работы в режиме «пуск–работа» проводится гидравлическое испытание системы

охлаждения индуктора и сопутствующей арматуры статическим давлением, вдвое превышающим рабочее, в течение 30 минут. В случае отсутствия «потений» и подтекания печь признается прошедшей гидравлические испытания.

Кроме системы охлаждения проводится пробный запуск печи без тигля, в качестве сырьевой нагрузки используется «пусковой болван», тем самым проверяется электрическая силовая часть питания печи [14].

При осмотре печи все обнаруженные (даже мелкие) трещины обмазки индуктора необходимо заделать низкоцементным алюмосиликатным бетоном, разведенным водой до необходимой консистенции, таким образом, чтобы поверхность обмазки индуктора стала гладкой. Также необходимо учитывать общее выведение обмазки «на конус» с верхним широким основанием. При наличии сквозных разрушений обмазки необходимо предусмотреть опалубочные конструкции с внешней стороны индуктора.

В случае небольших участков ремонта их можно просушить с помощью электронагревателя. Если зона ремонта значительная, то свежая обмазочная масса должна затвердеть естественным способом и только потом возможна ее принудительная сушка. Обмазку индуктора категорически запрещается сушить открытым пламенем, так как на ее поверхности может образоваться угольный налет, снижающий электроизоляционные свойства обмазки и способный стать причиной электрических помех во время плавки вплоть до ложного срабатывания системы защиты печи^{11,15,16}. Если обмазка индуктора выполнена правильно, то протечка расплава к индуктору практически невозможна [9].

В качестве электрода системы контроля протечки тигля печи может использоваться тканая сетка из нержавеющей немагнитного металла, например, из стали марки 10Х13Н17, полутомпака, латуни. Использование сетки более предпочтительно по сравнению с применением проволочных электродов, так как сетка закрывает более 95 % внешней площади отформованного тигля и фиксирует любой факт протечки расплава из печи. Для изоляции сетки от формируемого огнеупора и обмазки индуктора печи применя-

ется предварительный монтаж «сэндвича» из миканит-сетка-миканит, что положительно сказывается на простоте установки в индуктор и на рабочем ходе печи в целом. К нижней части сетки электрически и механически присоединяется кабель с многопроволочной жилой в жаростойкой изоляции, длиной ~1000 мм. В качестве донного электрода системы протечки тигля применяется «паук» из нихромовой проволоки, диаметром 0,5–0,7 мм, сформированный из 6–7 проволок, длиной 800 мм [1, 7, 14, 15].

Установка трехслойного «сэндвича» производится на чистую сухую поверхность обмазки индуктора, начиная от дна печи и до самого верха. В верхней части печи полотно миканита перегибается через край и закрепляется бумажным тейпом (малярным скотчем).

Вертикальный шов миканита накладывается внахлест с припуском 50–100 мм и также закрепляется по всей длине бумажным тейпом. Это важно для того, чтобы во время набивки сухая масса не проникала за слой миканита, так как он должен служить газонепроницаемым слоем на пути к обмазке индуктора. Миканит напротив носика не следует перегибать, а рекомендуется оставить вертикально стоящим, чтобы образовалась цилиндрическая поверхность. Таким образом, небольшое вероятное движение футеровки в вертикальном направлении не приподнимет футеровку носика и не вызовет трещин в районе стыка сухой и пластичной массы. Если же возникнет шов между стенкой и носиком, который будет хорошо виден сверху, его можно заделать перед плавкой готовой ремонтной массой из кварцита на ортофосфорном связующем [1, 7]. Данную процедуру лучше провести после обжига основного тигля и прекращения термических движений^{2,10,16}.

Конструкционная подина печи также защищается слоем безасбестового теплоизоляционного картона и чистовым слоем миканита, через которые пропускаются (в технологические отверстия конструктивной подины печи) провода от бокового электрода и донного электрода системы сигнализации протечки тигля. Верхний конец донного электрода фиксируется к стальному воротнику печи с

помощью прочной бечевки.

Для обеспечения однородности насыпной массы футеровочный материал перемешивается во вспомогательную тару непосредственно перед ремонтом печи [1, 15].

Сухая масса засыпается в печь небольшими партиями, примерно по 30 % от полной высоты элемента (далее – подина и стенки тигля) и каждый слой тщательно уплотняется. На подине печи массу лучше всего уплотнять с помощью пневматического донного вибратора с плоской насадкой. После уплотнения одного слоя и перед засыпкой следующего поверхность уплотненной массы необходимо взрыхлить с помощью так называемой «вилки». Это действие очень важно, так как препятствует образованию воздушных пробок и появлению четких линий стыков между слоями массы. После виброуплотнения последнего слоя донной части тигля его поверхность выравнивается и контролируется с помощью жидкостного уровня [6, 7].

После выравнивания необходимо удалить верхний рыхлый слой футеровки и радиально расправить на подине тигля проволоочки донного электрода системы сигнализации протечки.

В качестве шаблона внутренней конфигурации тигля используется расходуемый расплавляемый стальной шаблон в форме усеченного конуса с широким основанием сверху. По всей поверхности шаблона выполнены радиальные отверстия диаметром два мм для облегчения выхода влаги из футеровочной массы при сушке. При установке шаблона в печь важно, чтобы центральная ось шаблона совпадала с центральной осью печи. Фиксация шаблона в индукторе выполняется по верхней части при помощи стальных прутков и дуговой сварки^{2,10,16}.

Набивку стенок печи можно производить вручную, при помощи сегментных трамбовок, но наиболее эффективно уплотнение футеровки происходит с использованием пневматического вращающегося вибратора с регулируемым вылетом ударных исполнительных механизмов [1, 7, 14–16].

Набивка воротниковой зоны выполняется готовой ремонтной массой на ортофосфорном связующем. Данный материал не предназначен для постоянного контакта с распла-

вом, но наиболее стоек к агрессивному воздействию шлаков. Этой же массой футеруется и сливной носик тигля. Вручную размятую массу необходимо распределить по поверхности сухой массы и попытаться вдавить ее, диффундировать внутрь сухой массы, особенно в местах проколов так, чтобы массы смешались между собой переходным слоем в 20–30 мм. Затем футерование продолжается доверху только пластичной массой. Стык двух масс должен располагаться на 20–30 мм выше максимально возможного уровня зеркала расплава в печи при плавке и спекании. После укладки пластичной массы по всей поверхности воротника и краям носика необходимо сделать вертикальные наколы для облегчения удаления влаги [1, 15–18].

К процессу сушки и обжига футеровки необходимо относиться с должным вниманием, показания приборов системы сигнализации протечки расплава могут стремиться к пороговым, аварийным значениям, что свидетельствует о влажной насыпной массе. Для наиболее эффективного удаления влаги из футеровки очень важен постепенный, медленный разогрев печи до температуры 800 °С с максимальной скоростью 200 град/ч. Лом или чушка для спекающей плавки должны быть сухими, свободными от ржавчины и грязи. Наиболее предпочтителен для спекающей плавки металлический лом гранулометрическим составом 50–100 мм [7, 16, 18–22].

После завершения обжига и выполнения трех контрольных плавки (одна плавка равняется номинальной емкости печи) печь признается годной и сдается в эксплуатацию.

Использование отечественных огнеупоров для футеровки индукционной тигельной печи

Развитие современного машиностроения и станкостроения приводит к повышению требований в отношении качества отливок из чугуна. В связи с этим область применения индукционных тигельных печей для чугуна все более расширяется [22]. Данные устройства удобны в эксплуатации и обладают высокой производительностью. Эффективность производственного процесса во многом определяет футеровка для индукционной ти-

гельной печи для чугуна. От нее зависит производительность, безаварийность и долговечность работы устройства. С целью предотвращения аварийных ситуаций печные установки оборудованы датчиками, сигнализирующими о состоянии футеровки. Устойчивость, надежность оснастки зависит от грамотно подобранного огнеупорного состава, связующих компонентов и правильной набивки футеровки. Современные индукционные установки, оснащенные надежной футеровкой, обладают рядом преимуществ перед другими печными устройствами^{2,15,16}:

- высокая производительность, которая обеспечивается автоматическим поддержанием максимальной мощности на протяжении всего производственного процесса; интенсивная циркуляция расплава обеспечивает быстрое получение однородного по структуре и химическому составу материала;

- возможность осуществлять глубокую металлообработку расплава путем управления температурой и временем плавки;

- многоплановая работа и способность функционировать при разном давлении в любой атмосфере;

- минимальный расход огнеупорных материалов в сравнении с аналогичными печами;

- малые габариты и простая конструкция дают возможность легко управлять процессом плавки и быстро обслуживать печное устройство;

- небольшой вес футеровки для индукционной печи позволяет снизить тепловую инерцию агрегата;

- улучшение санитарно-гигиенических условий труда из-за снижения выделения пыли, вредных газообразных веществ и уменьшения шума.

Срок службы индукционных тигельных печей в значительной степени зависит от стойкости слоя футеровки, который граничит с расплавом и шлаком (рис. 8). Если толщина футеровки уменьшается на 30 % и более, то требуется ремонт тигля или полная замена футеровки. Ремонт футеровки печи включает трудоемкие операции: остановка печи, охлаждение, выбивка тигля, замена огнеупорных слоев. Поэтому существует объективная необходимость поиска технологических ре-

шений, которые способствуют повышению срока службы футеровки индукционной тигельной печи, особенно футеровки тигля, подвергающегося наибольшему износу.

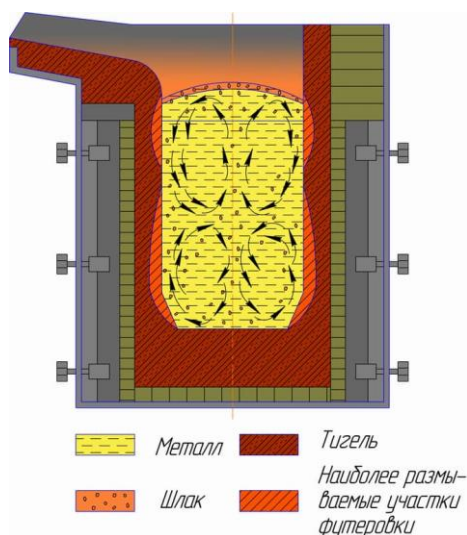


Рис. 8. Футеровка индукционных печей

Улучшение огнеупорных свойств футеровки тигля позволяет обеспечить высокое качество выплавляемого металла, повысить продолжительность работы печи. Основными критериями выбора футеровочного материала является его физико-химическая и механическая стойкость, а также повышение качества выплавляемого металла. Необходимо учитывать химический состав футеровочного материала, обеспечивающий инертность к расплаву и шлаку, а также гранулометрический состав, обеспечивающий образование огнеупорного слоя высокой плотности.

В настоящее время для футеровки тиглей индукционных печей применяется кислая футеровка, состоящая из кремнеземистых огнеупорных материалов: minro-sil 2001, finmix, cuarsil IS6-AN, КВМБ-1 и КВМБ-2 (ТУ 1523-018-00187085-2002) [5, 23–25]. Кислая футеровка, по сравнению с основной, обеспечивает качество выплавляемого металла и шлакоустойчивость [26].

Требование по содержанию оксида кремния в используемых огнеупорах – от 93 до 98 % (масс.) [27]. Связующим является борная кислота или борный ангидрид. Требование к содержанию борной кислоты в используемых огнеупорах – от 0,7 до 1,5 % (масс.) [28]. Избыточное количество борной кислоты или

борного ангидрида приводит к образованию остеклованной поверхности. Ускоренный износ футеровки происходит при толщине остеклованной зоны более 1/3 толщины футеровки тигля. При недостаточном количестве борсодержащей добавки происходит повышенный равномерный износ [25, 29, 30]. Из готовых отечественных формовочных смесей оптимальным является содержание борсодержащей добавки в смеси КВМБ-1.

Повышения физико-химической стойкости кислой кварцевой футеровки можно достичь добавлением небольшого количества мелкодисперсного корунда [30–32].

В результате применения электрокорунда образуются соединения, силикат алюминия и муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), повышающие огнеупорность и стойкость футеровки. Добавки корунда позволяют повысить качество выплавляемого чугуна, покрывая тонким слоем частицы кварца и предохраняя их от химического взаимодействия с металлическим расплавом и углеродом, тем самым не допуская появления вредных примесей в структуре чугуна. Оптимальным соотношением компонентов является от 2,75 до 4,15 % (масс.) электрокорунда марки 0315 и от 0,51 до 1,12 % (масс.) электрокорунда марки 0125. В готовых футеровочных смесях содержание корунда ниже [25]. Установлено, что содержание корунда выше в смесях КВМБ-1 и КВМБ-2 [25].

Еще один показатель, качественно влияющий на стойкость футеровки – вибронасыпная плотность, которая в свою очередь зависит от многих факторов, не исключая даже форму огранки молотого диоксида кремния. Установлено, что наибольшую вибронасыпную плотность можно получить, используя смесь КВМБ-2.

Учитывая цены на сырье последних лет, в большей степени из готовых смесей для футеровки индукционных тигельных печей подходят смеси КВМБ-1 и КВМБ-2. Сравняя показатели опытной эксплуатации печей на смесях КВМБ разного состава, к постоянному применению было предложено использование КВМБ-2 (КВМБ состава 2). Основным аргументом к эксплуатации – высокая износостойкость при рабочих температурах, риск трещинообразования стекловидного слоя, при

термическом шоке остановки печи, нивелирован изменением режима работы печи, который принят как безостановочный – от футеровки до остановки на капремонт тигля.

Заключение

В работе рассмотрена конструкция и принцип работы индукционных печей, используемых на предприятиях компании «РУСАЛ», в частности, в филиале ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов (ИркАЗ). Отмечено, что индукционная плавка чугуна приобрела широкое распространение благодаря тому, что индукционная плавка имеет ряд преимуществ перед другими видами, а именно:

- в индукционных печах происходит перемешивание расплава за счет электродинамических сил, вызванных взаимодействием токов индуктора и садки печи. Благодаря этому при индукционной плавке расплав имеет равномерную температуру и состав по всему объему печи;

- так как средние частоты тока имеют высокую удельную мощность, индукционные плавильные печи являются высокопроизводительными агрегатами;

- индукционные плавильные печи обеспечивают ведение процесса плавки в заданном температурном режиме;

- металл в процессе работы не подвергается перегревам, а готовый продукт обладает высоким качеством;

- плавка в индукционных печах характеризуется малым угаром металла;

- в качестве шихты возможно использование стружки без предварительного брикетирования;

- при индукционной плавке обеспечивается улучшение условий труда по сравнению с другими типами печей (например, вагранками и дуговыми печами).

- тигельные индукционные печи не загрязняют окружающую среду в результате своей работы.

Однако ряд недостатков, среди которых небольшой ресурс работы тигля, низкая температура шлаков и высокая стоимость оборудования, не позволяют полностью использовать все возможности современных индукционных тигельных печей.

В работе решалась задача использования для футеровки тигля индукционной печи оте-

чественных огнеупорных материалов. Рассмотрена возможность совершенствования конструкции тигельных индукционных печей за счет использования современных отечественных огнеупорных материалов.

По результатам проведенных исследований показано, что для футеровки индукционных печей плавки чугуна, используемых в анодно-монтажном отделении ИркАЗа, можно применять отечественные огнеупорные материалы КВМБ-1, КВМБ-2 (ТУ 1523-018-00187085-2002). Оптимальное содержание оксида кремния составляет 93,43–96,07 % (масс.).

Избыточное количество борного ангидрида (B_2O_3), используемого в качестве связующего в футеровочной смеси, приводит к образованию хрупкого стекловидного слоя в футеровке печи. Показано, что из готовых отечественных формовочных смесей оптимальным является содержание борсодержащей добавки в смеси КВМБ-1 (содержание $B_2O_3 \sim 0,7$ % (масс.)).

Повышение химической стойкости кислой кварцевой футеровки можно достичь добавлением небольшого количества мелкодисперсного корунда Al_2O_3 . Образующиеся в результате силикат алюминия и муллит повышают огнеупорность и химическую стойкость футеровки. Кроме этого, добавки корунда позволяют повысить качество выплавленного чугуна, не допуская появления вредных примесей в его структуре. Для футеровки рекомендовано использовать смеси КВМБ-1 и КВМБ-2, содержащие наибольшее количество мелкодисперсного корунда Al_2O_3 ($\sim 1,12$ % (масс.)).

Исследовалась вибронасыпная плотность футеровки, значительно влияющая на ее стойкость. Наибольшую вибронасыпную плотность можно получить, используя смесь КВМБ-2.

Учитывая себестоимость и физико-химические свойства огнеупорных материалов, из готовых смесей для футеровки индукционных тигельных печей подходят отечественные смеси КВМБ-1 и КВМБ-2. Использование данных отечественных смесей позволит значительно снизить стоимость оборудования и увеличить продолжительность эксплуатации тигля индукционной печи.

Список источников

1. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Рачков С.А., Якушев К.В. Высокоэффективные индукционные среднечастотные плавильные комплексы с печами вместимостью 1–16 т для литейного производства // *Литье и металлургия*. 2006. № 2(38). Ч. 1. С. 58–63.
2. Kuz'min M.P., Kuz'mina M.Yu., Kuz'min P.B. Possibilities and prospects for producing silumins with different silicon contents using amorphous microsilica // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. 2020. Vol. 30, No. 5. P. 1406-1418.
3. Кузьмин М.П., Кабарбо В.С. Получение силуминов методом индукционной плавки кремнийсодержащей шихты под слоем криолита // *Перспективы развития технологии переработки углеводородных, растительных и минеральных ресурсов: материалы X Всероссийской науч.-практ. конф. с Междунар. участием (Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.)*. Иркутск: ИРНТУ, 2020. С. 68–71.
4. Kuz'min M.P., Kuz'mina M.Yu., Kuz'min P.B. Production of primary silumins ingots modified with strontium // *Solid State Phenomena*. 2021. Vol. 316. P. 490–495.
5. Kuz'min M.P., Larionov L.M., Paul K. Chu, Abdul M. Qasim, Kuz'mina M.Yu., Kondratiev V.V., Kuz'mina A.S., Jia Q. Ran. New methods of obtaining Al–Si alloys using amorphous microsilica // *International Journal of Metalcasting*. 2020. Vol. 14. P. 207–217.
6. Левшин Г.Е. Пути совершенствования индукционных тигельных печей // *Черная металлургия*. 2019. Т. 62. № 2. С. 97–102.
7. Маляров А.И. Некоторые особенности технологии плавки в среднечастотных тигельных печах // *Металлургия машиностроения*. 2017. № 4. С. 7–9.
8. Сахаревич А.Н. Индукционные тигельные печи. Конструктивные отличия, эксплуатация // *Литье и металлургия*. 2012. № 3(67). С. 242–245.
9. Роговский А.Н., Шипельников А.А. Технологические операции плавки чугуна и стали в индукционной тигельной печи. Липецк, 2015. 20 с.
10. Саранин Л.Г., Маленко П.И., Захаров С.К., Белов Д.Б., Костыгова О.В. Сравнительный анализ технологии выплавки стали и чугуна в индукционной тигельной ИСТ–0,4/0,32 и индукционной тиристорной УИ–0,5Т–400 электропечах // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2018. Вып. 12. С. 496–501.
11. Платонов Б.П., Акименко А.Д., Богуцкая С.М.. Индукционные печи для плавки чугуна. М.: Машиностроение, 1976. 176 с.
12. Ровин Л.Е., Ровин С.Л., Гацуро В.М., Казиев М.К. Сокращение затрат электроэнергии при электродуговой индукционной плавке чугуна и стали // *Литейное производство*. 2005. № 3(35). С. 69–73.
13. Федин М.А. Выбор принципа регулирования и разработка системы управления индукционных тигельных печей с проводящим тиглем // *Индукционный нагрев*. 2014. № 1(27). С. 24–28.
14. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Фаерман Л.И. Индукционные печи средней частоты нового поколения // *Черные металлы*. 2006. С. 14–25.
15. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Рачков С.А., Якушев К.В. Индукционные среднечастотные плавильные комплексы с печами вместимостью 1–16 тонн для литейного производства // *Литье Украины: Информ.-техн. бюл.* 2006. № 5(69).
16. Траузеделль Д., Шлюкебер Д., Донбах Ф. Реализация специальных технологических и металлургических задач в индукционных печах средней частоты // *Литейщик России*. 2003. № 5. С. 20–23.
17. Чикунов В.М. Индукционные тигельные печи Duraline // *Литейщик России*. 2003. № 1. С. 20–22.
18. Патент № 2231905 RU. Устройство для индукционного нагрева и способ управления устройством для индукционного нагрева / В.И. Лузгин, А.Ю. Петров, И.В. Черных, В.В. Шипицын, К.В. Якушев. Оpubл. 27.03.04. Бюл. № 9.
19. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Черных И.В., Шипицын В.В. Индукционная система среднечастотной многопостовой плавки металла с печами 6 тонн // *Тема № 3048. Отчет по НИР. № Гос. рег. 01.20.0300634. Инв. № 02200300082*. Екатеринбург. 2003. 196 с.
20. Патент № 2231906 RU. Автономный полумостовой инвертор и способ управления работой автономного полумостового инвертора // В.И. Лузгин, А.Ю. Петров, И.В. Черных, В.В. Шипицын, К.В. Якушев. Оpubл. 27.03.04. Бюл. № 9.
21. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Шипицын В.В., Якушев К.В. Многоинверторные среднечастотные преобразователи в системах электропитания индукционных установок // *Электротехника*. 2002. № 9. С. 57–63.
22. Мортимер Дж. Х. Завтрашние технологии индукционной плавки существуют уже сегодня // *Литейщик России*. 2002. № 1. С. 32–37.
23. Kuz'min M.P., Kondrat'ev V.V., Larionov L.M., Kuz'mina M.Y., Ivanchik N.N Possibility of preparing alloys of the Al–Si system using amorphous microsilica // *Metalurgist*. 2017. Vol. 61. P. 86–91.
24. Kuz'min M.P., Paul K. Chu, Abdul M. Qasim, Larionov L.M., Kuz'mina M.Yu., Kuz'min P.B. Obtaining of Al–Si foundry alloys using amorphous microsilica – Crystalline silicon production waste // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. Vol. 806. P. 806–813.
25. Медведев Е.С., Кузьмина М.Ю. Капитальный ремонт тигля индукционной печи // *Переработка природного и техногенного сырья: сб. науч. трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института высоких технологий*. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2021. С. 71–75.
26. Сизов В.И., Гороховский А.М., Карпец А.А. Применение отечественных огнеупоров для футеровки агрегатов плавки и переработки алюминия и его сплавов // *Новые огнеупоры*. 2006. № 4. С. 86–89.
27. Зинченко Ю.А. Оптимизация состава футеровки плавильных печей // *Вестник Донского государственного технического университета*. 2009. Т. 9. № 3(42). С. 481–491.
28. Карелов С.В. Конструирование и расчет индукционных плавильных печей. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2014. 162 с.
29. Сасса В.С. Футеровка индукционных электропечей.

М.: Metallurgia, 1989. 232 с.

30. Матвеев И.Д., Кузьмина М.Ю. Разработка методики определения основных свойств огнеупорных изделий, используемых при производстве алюминия // Молодежный вестник ИРГТУ. 2020. Т. 10. № 2. С. 49–55.

31. Матвеев И.Д., Кузьмина М.Ю. Исследование свойств огнеупорных материалов, используемых для литейной оснастки алюминиевого производства // Переработка природного и техногенного сырья: сб. науч.

трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института высоких технологий. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2019. С. 45–50.

32. Матвеев И.Д., Кузьмина М.Ю. Совершенствование огнеупорных материалов для футеровки литейных агрегатов алюминиевого производства // Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов: матер. X Всерос. науч.-практ. конф. с Междунар. участием (Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.). Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2020. С. 56–59.

Информация об авторах / Information about the authors

Кузьмина Марина Юрьевна,

к.х.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
kuzmina.my@yandex.ru

Медведев Евгений Сергеевич,

магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ev.medvedev1983@yandex.ru

Кондратенко Александр Павлович,

студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
falcoalex1972@gmail.com

Marina Yu. Kuzmina,

Cand. Sci. (Chem.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
kuzmina.my@yandex.ru

Evgeny S. Medvedev,

Undergraduate Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ev.medvedev1983@yandex.ru

Alexander P. Kondratenko,

Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
falcoalex1972@gmail.com

Численное моделирование улавливания твердых частиц в центробежном сепараторе

© И.И. Насырова, В.Э. Зинуров

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Актуальной задачей сегодня является повышение эффективности улавливания мелкодисперсных твердых частиц в сепарационных аппаратах. В системах тонкой очистки газы освобождаются от мелких частиц. Однако фильтры быстро засоряются, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления, а в ряде случаев и снижению эффективности. Также важной проблемой считается увеличение срока их службы. Для этого в работе предлагается конструкция центробежного сепаратора, который устанавливается перед фильтрами тонкой очистки. Целью данной работы является численное моделирование процесса улавливания частиц в центробежном сепараторе. В статье представлена его конструкция. Описан принцип действия. В численных расчетах на входе в устройство задавалась входная скорость газового потока, которая варьировалась от 3 до 10 м/с. Плотность частиц также варьировалась 1000, 2000, 3000 кг/м³. Диаметр частиц варьировался от 1 до 15 мкм. Угол раскрытия щелей от 16 до 24°. В ходе расчетов были сделаны следующие основные выводы: структурированность вихрей в межтрубном пространстве определяет степень эффективности центробежного сепаратора, при угле раскрытия прямоугольных щелей $\alpha = 20^\circ$ достигается максимальная эффективность сепарации мелкодисперсных частиц размером до 10 мкм из загрязненного потока равная в среднем 40,3 %, эффективность сепарации мелкодисперсных частиц из запыленного потока увеличивается при росте входной скорости газа и плотности частиц, т. к. они легче поддаются выбиванию из завихренного газа.

Ключевые слова: центробежный сепаратор, улавливание частиц, твердые частицы, запыленная среда, сепарация частиц из газа, сепарационное устройство

Numerical Simulation of Solids Entrainment in a Centrifugal Separator

© Ilyuza I. Nasyrova, Vadim E. Zinurov

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

Abstract. An urgent task is to increase the efficiency of capturing fine particulate matter in separation apparatuses. In fine cleaning systems, gases are freed from fine particles. However, fine filters quickly become clogged, which leads to an increase in hydraulic resistance, and in some cases, a decrease in efficiency. An urgent task is to increase their service life and increase efficiency. For this purpose, the paper proposes the design of a centrifugal separator, which is proposed to be installed in front of fine filters. The purpose of this work is to numerically simulate the process of capturing particles in a centrifugal separator. The article presents the design of a centrifugal separator and describes the principle of operation. In numerical calculations, the inlet velocity of the gas flow was set at the entrance to the device, which varied from 3 to 10 m/s. The particle density also varied 1000, 2000, 3000 kg/m³. The particle diameter varied from 1 to 15 microns. The opening angle of the slits varied from 16 to 24 degrees. During the calculations, the following main conclusions were made: the structuring of vortices in the intertubular space determines the degree of efficiency of the centrifugal separator, with the angle of opening of rectangular slits $\alpha = 20^\circ$, the maximum separation efficiency of fine particles up to 10 microns in size from the dusty flow is equal to an average of 40.3%, the separation efficiency of fine particles from the dusty flow increases with an increase in the gas inlet velocity and the density of particles, because they are easier to knock out of the swirling gas.

Keywords: centrifugal separator, particle capture, solid particles, dusty medium, separation of particles from gas, separation device

С развитием химической промышленности первостепенное значение имеет охрана окружающей среды и сокращение объемов поступающих в атмосферу вредных веществ. Учитывая специфику процессов производства и выпускаемой продукции, именно заводы, комбинаты и фабрики химической отрасли

являются лидерами по ухудшению экологической обстановки [1–2]. Соответственно, наиболее современные и эффективные пылеулавливающие аппараты широко используются на предприятиях химической промышленности для удаления частиц из газовых потоков от содержащихся в них

мелкодисперсных взвесей. Некоторые системы механической очистки способны не только осаждать твердую фазу потока, но и снижать температуру газозвушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, до допустимых значений [3].

Все системы газоочистки, применяемые на химических предприятиях, технологически основаны на одном из пяти основных методов улавливания или осаждения твердых частиц, содержащихся в воздушном потоке. К ним относятся устройства гравитационного типа, «мокрые» и «сухие» инерционные системы, контактные пылеуловители электрические средства осаждения пыли и различные фильтры [4–5]. Как правило, сначала из газового потока удаляются крупные частицы в аппаратах грубой очистки и далее мелкие в аппаратах тонкой очистки.

Недостатком существующих сепараторов грубой очистки является низкая эффективность процесса пылеулавливания, а аппараты тонкой очистки с высокой степенью очистки быстро забиваются и приходят в неисправность, что приводит к уменьшению срока службы [6]. Таким образом, задача по продлению эксплуатационного срока службы аппаратов тонкой очистки является актуальной.

Для решения данной проблемы предлагается использовать центробежный сепаратор, который будет устанавливаться перед аппаратами тонкой очистки. Целью данной работы численное моделирование процесса улавливания частиц в центробежном сепараторе.

Исследования проводились в программном комплексе Ansys Fluent.

Для их проведения была создана трехмерная модель центробежного сепаратора.

Геометрические размеры трехмерной модели задавались следующим образом: диаметр входного отверстия 57 мм, диаметр круглых выходных отверстий в пластине 11 мм (количество отверстий равно 18 штук), высота внешнего цилиндра 140 мм, высота внутреннего цилиндра 90 мм, высота щелей 15 мм, а ширина раскрытия щелей менялась по ходу проведения эксперимента. (16, 20, 24 градуса).

Принцип действия представленного центробежного сепаратора заключается в том, что газовый поток входит в устройство через входное отверстие 1, затем опускается до прямоугольных щелей 3, после чего основная часть газового потока с частицами в равных долях осесимметрично распределяется по щелям 3. При этом оставшаяся часть газового потока продолжает прямолинейное движение и направляется к выходным отверстиям 2. Следует отметить, что количество выходных отверстий 2 в пластине соответствует количеству вихрей в межтрубном пространстве [7]. При движении газового потока через щели в межтрубное пространство делится на 2 струи, одна из которых под определенным углом движется в правую сторону, вторая в левую, при этом поток приобретает завихренное движение [8].

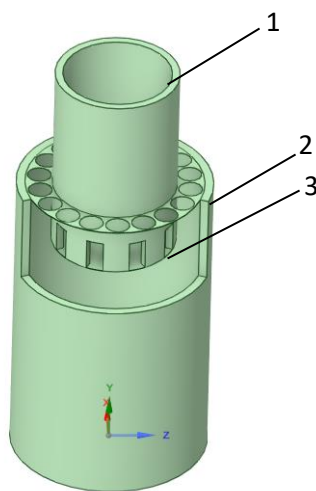


Рис. 1. Трехмерная модель центробежного сепаратора: 1–входное отверстие для подачи запыленного потока, 2–выходные отверстия для очищенного газового потока, 3–прямоугольные щели

В исследовании центробежного сепаратора расчетная сетка состояла из 1 млн ячеек. Следует отметить, что при 2 и 4 млн ячеек результаты не изменялись. При проведении численного моделирования задавались следующие граничные условия: на входе в устройство задавалась входная скорость газового потока, которая варьировалась от 3 до 10 м/с, а массовый поток частиц составлял 5 г/с; плотность частиц варьировалась от 1000 до 3000 кг/м³; диаметр частиц от 1 до 15 мкм. На выходе из сепаратора атмосферное давление p_1 было установлено на уровне 101 325 Па. Во всех исследованиях температура среды оставалась постоянной и составляла 25 °С.

Было обнаружено, что для создания 18 упорядоченных вихрей требуется 9 прямоугольных щелей, каждая из которых имеет угол раскрытия 20°. Однако этот метод расчета не подтвержден ни численными, ни физическими экспериментами. Следовательно, в данном исследовании угол раскрытия прямоугольных щелей α (рис. 1) варьировался от 16 до 24° при сохранении других конструктивных параметров постоянными, чтобы оценить поведение вихревой структуры в межтрубном пространстве, эффективность сепарации и гидравлическое сопротивление [9–10].

Эффективность отделения частиц от газового потока в центробежном сепараторе определялась по формуле:

$$E = 1 - \frac{n_k}{n},$$

где n_k – количество мелкодисперсных частиц, которые покинули сепаратор с газом через выходные отверстия 2 (рис.1); n – общее количество мелкодисперсных частиц, которые поступили в сепаратор.

Результаты исследований показали, что на эффективность отделения частиц из запыленного газового потока и гидравлическое сопротивление центробежного сепаратора влияет угол раскрытия прямоугольных щелей α , что обусловлено изменением поведения вихревой структуры в межтрубном пространстве устройства. Наиболее упорядоченная структура наблюдается при углах раскрытия прямоугольных щелей α , равных 16 и 20°.

С увеличением угла раскрытия прямоугольных щелей α с 16 до 24° максимальная скорость на рассматриваемых участках сепаратора снижается с 11 до 7 м/с. При этом эффективность отделения мелкодисперсных частиц из запыленной среды размером от 1 до 10 мкм в сепараторе составляет в среднем 30,5 % при угле раскрытия прямоугольных щелей α – 16. (рис. 2).

При размере частиц более 10 мкм наблюдается высокая эффективность при любом угле раскрытия прямоугольных щелей α . А при $\alpha=20^\circ$ большая часть потока при выходе

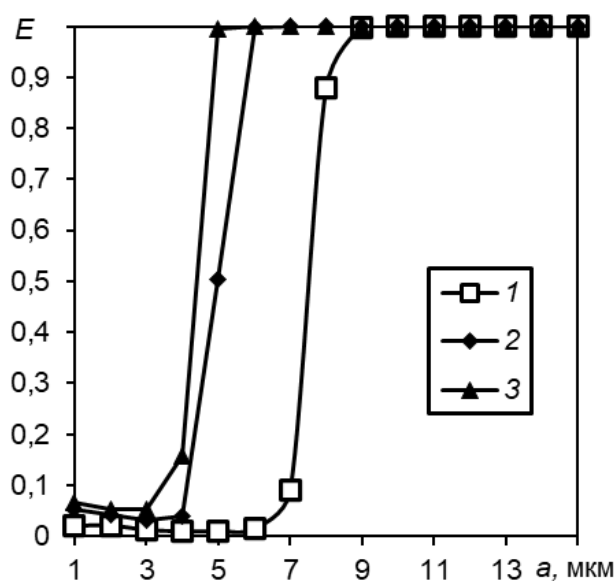


Рис. 2. Зависимость эффективности сепаратора с соосно расположенными трубами от диаметра частиц при различной входной скорости газа, м/с: 1 – 3, 2 – 7, 3 – 10. Угол раскрытия прямоугольных щелей 16°. Плотность частиц 1000 кг/м³

из щелей сразу распределяется в зону завихрений. Вследствие этого эффективность при $\alpha=20^\circ$ наблюдается более высокой. При увеличении угла α до 24° вихревая структура становится неустойчивой, так как на некоторых участках соседние вихри разрушают друг друга в точках соприкосновения, в результате чего возникают участки, где потоки носят хаотический характер, что приводит к снижению эффективности.

Таким образом, проведенные исследования показали, что эффективность отделения мелкодисперсных частиц от пылевых потоков в центробежном сепараторе зависит от

поведения вихревой структуры в межтрубном пространстве.

На поведение вихревой структуры, в свою очередь, непосредственно влияет угол раскрытия прямоугольных щелей α . При оптимальном угле α формируется структура вихревой структуры, близкая к идеальной, то есть сводится к минимуму возникновение негативных факторов: возникновение хаотических восходящих потоков, значительное смещение вихрей и др., что может привести к снижению эффективности сепаратора. Наиболее эффективный угол $\alpha=20^\circ$.

Список источников

1. Ахметшин М.Р. Антропогенные газовые выбросы при сжигании суспензионных топлив и отходов нефтепереработки // Кокс и химия. 2021. № 4. С. 36–43.
2. Патент 2638969 Российская Федерация, МПК В04С 9/00 (2006.01), В04С 5/12 (2006.01) Фильтр циклон для очистки газов 2017107985, заявл. 10.03.2017: опублик. 19.12.2017 / Катин В. Д., Богачев А. П.; заявитель ТОГУ.
3. Серебрянский Д.А. и др. Инновационные комплексные решения по очистке отходящих газов в черной металлургии. Технические решения для очистки запыленных газовых потоков // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77. № 5. С. 593–601.
4. Zinurov V. Design of High-Efficiency Device for Gas Cleaning from Fine Solid Particles // 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020): Springer International Publishing. 2021. P. 378-385.
5. Тимофеев И.Е., Тимашева Е.Н., Черноглазов А.С. Эффективность мокрой очистки запыленных газов после сушильных установок // Молодежная наука в развитии регионов. 2021. Т. 1. С. 220–222.
6. Патент 2619707С1 Российская Федерация, МПК В01D47/06, В01D45/02 Способ очистки запыленного воздуха 2016117434А, заявл. 05.04.2016: опублик. 17.05.2017 / Тюрин Н. П. и др.; заявитель СамГТУ.
7. Шапала В.Г. Моделирование очистки газов в пылесадительных камерах цементных печей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 4. С. 132–137.
8. Zhang P. Experimental evaluation of separation performance of fine particles of circulatory circumfluent cyclone separator system // Separation and Purification Technology. 2019. Vol. 210. P. 231-235.
9. Зинуров В.Э. Экспериментальное определение гидравлического сопротивления упрощенной модели мультивихревого классификатора с соосно расположенными трубами // Ползуновский вестник. 2022. № 2.
10. Зинуров В.Э. Разработка классификатора с соосно расположенными трубами для разделения сыпучего материала на основе силикагеля // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 205–211.

Информация об авторах / Information about the Authors

Насырова Илюза Ильшатовна,
студент,
Институт теплоэнергетики,
Казанский государственный
энергетический университет,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
Российская Федерация,
ilyza2001@mail.ru

Зинуров Вадим Эдуардович,
ассистент,
кафедра теоретических основ теплотехники,
Институт теплоэнергетики,
Казанский государственный
энергетический университет,
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51,
Российская Федерация,
vadd_93@mail.ru

Ilyuza I. Nasyrova,
Student,
Institute of Thermal Power Engineering,
Kazan State Power Engineering University,
51 Krasnoselskaya St., 420066 Kazan,
Russian Federation,
ilyza2001@mail.ru

Vadim E. Zinurov,
Assistant,
Department of Theoretical foundations
of Heat Engineering,
Institute of Thermal Power Engineering,
Kazan State Power Engineering University,
51 Krasnoselskaya St., 420066 Kazan,
Russian Federation,
vadd_93@mail.ru

Требования к футеровочным материалам подины алюминиевых электролизеров

© Н.В. Немчинова, Е.В. Усатых, И.А. Орлов, И.С. Леонов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Алюминиевая промышленность России является конкурентоспособной на мировом рынке за счет реализации высококачественной продукции. По объемам производства алюминия наша страна занимает второе место в мире (после Китая). Одним из факторов, влияющих на себестоимость тонны алюминия, является срок службы катодов электролизеров. Он зависит от качества используемых футеровочных и теплоизоляционных материалов, применяемых при монтаже катодного устройства ванны. Основными критериями отбора угольных материалов, в качестве подовых блоков, являются модуль упругости, прочность при сжатии и изгибе, теплопроводность, пористость, кажущаяся плотность, зольность. Важными свойствами подовых масс, укладываемых между угольными блоками, – уплотняемость, усадка при спекании, качество углеродного наполнителя и связующего. Теплоизоляционные материалы, используемые для футеровки ванны, должны обладать структурной стабильностью, высокими механической прочностью и модулем упругости, низкой теплопроводностью, химической стойкостью к компонентам криолит-глиноземного расплава. Основными причинами более раннего выхода из строя футеровочных материалов подины – химическая коррозия, происходящая из-за образования и растворения карбида алюминия, диффузия натрия и интерметаллидов в катодные блоки после запуска электролизера, взаимодействие компонентов электролита (инфильтрованного через межблочные швы) с огнеупорной футеровкой с образованием натрий- и кремнийсодержащих фаз. Следовательно, катодные материалы должны соответствовать требованиям процесса электролиза.

Ключевые слова: алюминиевая промышленность, первичный алюминий, электролизер с обожженными анодами, катодное устройство, углеродные и теплоизоляционные материалы

Requirements for pot lining materials for the bottom of aluminum electrolyzers

© Nina V. Nemchinova, Evgeny V. Usatykh, Ivan A. Orlov, Igor S. Leonov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The Russian aluminum industry is competitive on the world market due to the sale of high quality products. In terms of aluminum production, our country ranks second in the world (after China). Among the factors affecting the cost of 1 ton of aluminum is the service life of the cathodes of electrolyzers. It depends on the quality of the used lining and heat-insulating materials used in the installation of the cathode device of the bath. The main criteria for selecting coal materials as hearth blocks are the modulus of elasticity, compressive and flexural strength, thermal conductivity, porosity, apparent density, and ash content. Important properties of hearth masses placed between coal blocks are compactability, sintering shrinkage, quality of carbon filler and binder. The heat-insulating materials used for lining the bath must have structural stability, high mechanical strength and elastic modulus, low thermal conductivity, and chemical resistance to the components of the cryolite-alumina melt. The main reasons for the earlier failure of the hearth lining materials are the chemical corrosion of the hearth due to the formation and dissolution of aluminum carbide, the diffusion of sodium and intermetallic compounds into the cathode blocks after the start of the electrolyzer, the interaction of the electrolyte components (infiltrated through the interblock seams) with the refractory lining with the formation sodium- and silicon-containing phases. Therefore, the cathode materials must meet the requirements of the electrolysis process.

Keywords: aluminum industry, primary aluminum, electrolyzer with prebaked anodes, cathode device, carbon and heat-insulating materials

Введение

Алюминиевая промышленность России, являясь одной из крупномасштабных отраслей цветной металлургии, представляет собой технологически современный сектор

экономики. Развитие и конкурентоспособность отечественного производства «крылатого» металла обеспечивается научными и практическими разработками в области расширения сырьевой базы [1, 2], повышением

качества готовой продукции [3, 4], решениями экологических проблем [5–8], ресурсо- и энергосберегающих технических вопросов [9–11]. Отличительной особенностью российской алюминиевой промышленности является наличие существенной доли в мировой экономике: Россия экспортирует до 85 % выплавляемого алюминия.

Более полную характеристику положения России как продавца на мировом рынке алюминия можно видеть из данных табл. 1¹.

Таблица 1. Рейтинг ведущих стран по производству алюминия (2021 г.)

Место	Страна	Объем производства, млн. т	Доля в мировом производстве, %
1	Китай	37,0	58,1
2	Россия	3,8	5,9
3	Индия	3,6	5,7
4	Канада	3,1	4,9
5	ОАЭ	2,6	4,1
6	Австралия	1,6	2,5
7	Бахрейн	1,5	2,4
8	Норвегия	1,4	2,2
9	США	1,0	1,6
10	Исландия	0,8	1,3
11	Другие	7,2	11,3
	Всего	63,7	100,0

Данные табл. 2 показывают, что существенную долю в себестоимости продукции (более 80 %) занимают только две статьи расхода – сырье и электроэнергия. Это обусловлено общностью технологии производства алюминия в разных странах. Издержки на привлечение труда и основного капитала (превалирующую часть «прочих расходов» составляют амортизационные отчисления) занимают значительно меньшую долю в структуре производственных издержек.

Самым примечательным фактом в распределении мирового производства алюминия является гегемония КНР, выплавляющая более половины объема мирового алюминия. Россия в этом списке занимает второе место. Примечательно также, что США, один из крупнейших потребителей алюминия в мире, удовлетворяет за счет собственного

производства ничтожную долю спроса.

Для изучения структуры издержек при производстве алюминия в качестве объекта анализа выбрана алюминиевая промышленность трех стран: Китая, России и США. Данные о структуре издержек сведены в табл. 2².

Таблица 2. Структура издержек на производство алюминия в некоторых странах

Статья издержек	Доля в себестоимости продукции (в %)		
	Китай	Россия	США
Сырье (глинозем, фтористые соли, угольные аноды)	44	68	55
Электроэнергия	37	15	27
Заработная плата и отчисления	12	8	10
Прочие расходы	7	9	8
Итого	100	100	100

Также данные табл. 2 показывают, что российские производители алюминия имеют существенно меньшие относительные издержки в статье «Электроэнергия», но значительно более высокие в статье расходов «Сырье». Для получения более объективных сведений об издержках необходимо знать номинальную себестоимость алюминия в каждой стране. Она составляет \$1.520 в России, \$2.100 в США и \$2.200 в Китае³. Теперь можно построить стоимостную структуру издержек по производству алюминия. Для этого достаточно взвесить структуру издержек, приведенную в табл. 2, по только что приведенным стоимостным издержкам. Данные расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Абсолютные значения издержек на производство алюминия в некоторых странах (в \$ США)

Статья расходов	Себестоимость компонентов		
	Китай	Россия	США
Сырье (глинозем, фтористые соли, анодная масса)	968	1036	1155
Электроэнергия	814	227	567
Заработная плата и отчисления	264	121	210
Прочие расходы	154	136	168
Себестоимость готового продукта	2200	1520	2100

структура-zatrat-na-proizvodstvo-v-alyuminievoj-promyshlennosti(21.02.2023).

³Электронный ресурс]. URL: https://ru.globalpetrolprices.com/electricity_prices/ (21.02.2023).

¹[Электронный ресурс]. URL: https://zen.yandex.ru/media/statistical_look/sravnienie-rossii-kitaia-i-drugih-stran-po-proizvostvu-titana-i-aliuminiia-60eafdb1b7171a3b1efaaa58 (11.02.2023).

² [Электронный ресурс]. URL: <https://natalibrilenova.ru/>

Данные табл. 3 показывают, что ни одна из стран не добилась перед другой существенных конкурентных преимуществ. Участие трех производственных ресурсов (сырья, труда и основного капитала) в создании конечного продукта примерно одинаково во всех странах. Исключение составляет только такой ресурс, как электрическая энергия. Низкая цена электроэнергии, используемой в производстве первичного алюминия, обеспечила России гигантский отрыв от конкурентов в уровне издержек по производству алюминия.

Для расчета рентабельности бизнеса по производству и продаже алюминия нам необходимо знать только цену, по которой производители продают готовую продукцию на рынке. Алюминий является биржевым товаром: его цена формируется по заявкам со стороны продавцов и покупателей на Лондонской бирже цветных металлов. Нами произвольно выбрана цена алюминия, равная \$2887. Эта цена была зафиксирована по итогам торгов, состоявшихся 1 июня 2022 года.

Расчет рентабельности [12] производства алюминия для некоторых стран (Россия, США и Китай) приведен в табл. 4.

Данные табл. 4 показывают, что рентабельность производства и продажи алюминия для российских предприятий исключительно высока. Впрочем, соответствующие показатели для США и Китая превышают обычный уровень в несколько раз. Это следует отнести на счет исключительно благоприятной

конъюнктуры мирового рынка, сложившейся после окончания пандемии. Драйвером роста цен выступило строительство, которое потребляет более 20 % мирового производства алюминия.

Таблица 4. Прибыль и рентабельность алюминиевого бизнеса для предприятий различных стран

Страна	Цена продажи (\$/т)	Издержки по производству (\$/т)	Чистая прибыль (\$/т)	Рентабельность (до уплаты налогов, %)
1	2	3	4	5 (4/3)
Россия	2887	1520	1367	89,9
США	2887	2100	787	37,5
Китай	2887	2200	687	31,2

Современные тенденции в конструкции электролизеров для производства первичного алюминия

В мировой практике в проектах новых заводов по производству алюминия сохраняется тенденция использования в качестве основного агрегата электролизера с предварительно обожженными анодами (ОА) [10, 13] (рис. 1).

Электролизер любого типа включает следующие основные конструктивные узлы: катодное устройство (состоящее из катодного кожуха, теплоизоляционного и огнеупорного слоев, подовой и бортовой футеровки); анодное устройство; систему подвода тока (анодную и катодную ошиновки); систему газоотсоса [14]. На рис. 2 приведена схема катодного устройства.

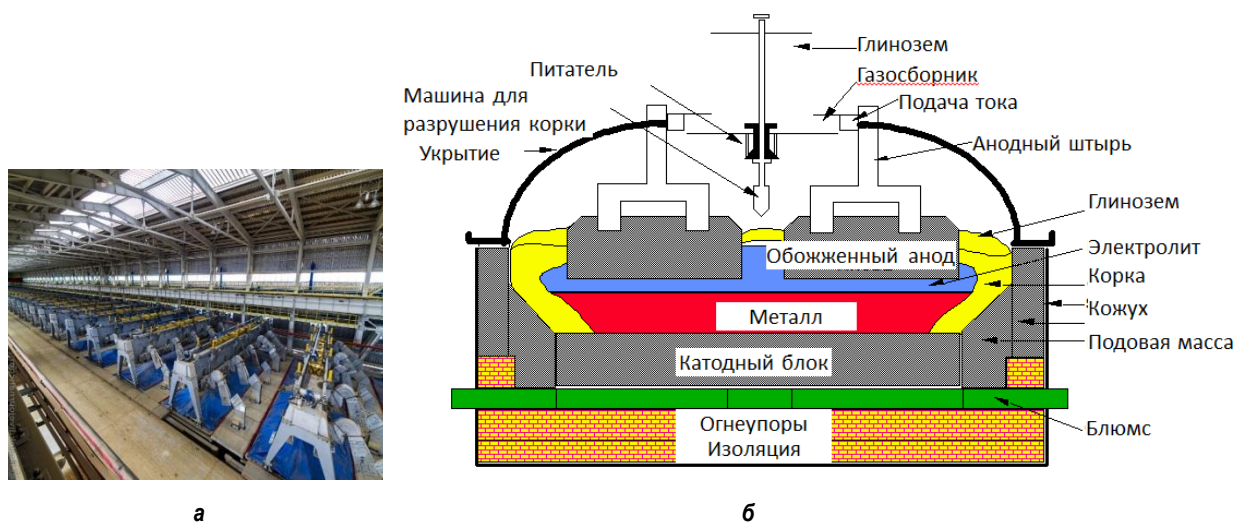


Рис. 1. Электролизер с обожженными анодами: а – поперечное расположение в ванн корпусе; б – схема электролизера

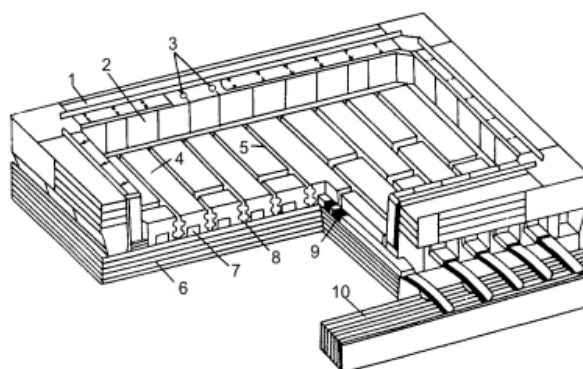


Рис. 2. Катодное устройство: 1 – катодный кожух; 2 – бортовые блоки; 3 – пробки из подовой массы; 4 – подовые блоки; 5 – межблочные швы; 6 – огнеупорный и теплоизоляционный цоколь; 7 – катодные стержни; 8 – подблочная засыпка; 9 – пробки для защиты блюмсов; 10 – ошиновка

Срок службы электролизера как фактор рентабельности производства определяется качественными характеристиками используемых при монтаже футеровочных материалов (угольных, теплоизоляционных и огнеупорных). Большинство алюминиевых электролизеров выходит из строя по причине раскрытия швов подины или разрушения подовых блоков, которые являются основным элементом конструкции катода электролизера, определяющим срок его эксплуатации.

Основные характеристики подовых угольных блоков, применяемых при монтаже катодного устройства

Подина электролизной ванны выполняет две функции: является емкостью металлургического агрегата, в которой поддерживаются определенные уровни металла и электролита, а также катодом, на поверхности которого происходит электрохимическая реакция восстановления алюминия.

Важнейшими характеристиками подовых блоков являются: удельное электросопротивление (УЭС) и натриевое расширение или тест Раппорта [15].

Величина УЭС материала подового блока является функцией температуры и изменяется во времени в процессе прохождения электролиза.

Натриевое расширение или тест Раппорта – это метод определения линейного расширения материала подового блока в результате внедрения атомов натрия в решетку углеродного материала при электролизе.

Характеристики подовых блоков, по которым осуществляется их выбор для монтажа,

включают: модуль упругости, прочности при сжатии и изгибе, теплопроводность, пористость, кажущаяся плотность, зольность. Свойства углеродных подовых блоков приведены в табл. 5.

Для заполнения межблочных и периферийных швов используют подовые массы. Подовая масса представляет собой углеграфитовый материал, который изготавливается смешением прокаленного антрацита (наполнитель) и каменноугольного пека (связующий материал).

Главным назначением подовой массы как в швах между блоками, так и в периферийном шве, является заполнение пустот между блоками и предотвращение попадания металла и электролита во внутреннюю часть катода. Качественное соединение между массой и блоком после обжига обеспечивает хорошую герметизацию и уменьшает вероятность внедрения расплава. Другим назначением подовых масс, в частности, периферийного шва, является формирование слоя, который поглощал бы термические расширения подовых блоков вплоть до температуры, при которой масса начинает спекаться во время обжига ванны. Необходимость формирования периферийных швов возникла вследствие геометрических проблем подгонки блоков с блюмсами и установки их в кожух в том случае, если кожух имеет фиксированный фланцевый лист.

Важными свойствами подовых масс, которые могут влиять на срок службы ванны, являются уплотняемость, усадка при спекании, качество углеродного наполнителя и связующего [15].

Таблица 5. Свойства углеродных подовых блоков [16]

Свойства	Состав					
	ГКА* +30 % графита	ЭКА** + 30 % графита	ЭКА + 30 % графита	100 % графита, обожженный при 1200 °С	Графитированный	Графитированный с пропиткой
Истинная плотность, г/см ³	1,94–1,97	1,94–2	2,01–2,03	2,09–2,16	2,21–2,24	2,19–2,24
Кажущаяся плотность, г/см ³	1,59–1,62	1,54–1,63	1,56–1,63	1,59–1,64	1,62–1,63	1,72–1,73
Пористость открытая, %	14–19	15–19	16–20	18–22	21–23	13–17
Пористость общая, %	18–22	20–23	20–23	24–25	26–28	20–22
Электросопротивление, мкОм·м, перпендикулярно и параллельно направлению прессования при 20 °С	56/43	30/40	25/32	18/25	11/13	10/12,5
Электросопротивление, мкОм·м, перпендикулярно и параллельно направлению прессования при 1000 °С	–	22/30	18/26	16/20	10/12	10/12
Теплопроводность, Вт/м·К, перпендикулярно и параллельно направлению прессования при 20 °С	8/6	14/10	19/14	30/22	125/100	125/100
Теплопроводность, Вт/м·К, перпендикулярно и параллельно направлению прессования при 1000 °С	–	13/12	14/13	22/18	50/40	50/40
Прочность при сжатии, МПа, нормально и параллельно направлению прессования	24/22	28/28	27/27	26/25	20/26	30/35
Прочность при изгибе, МПа, перпендикулярно и параллельно направлению прессования	9/6	12/9	12/9	12/9	13/10	17/14
Модуль упругости, ГПа, перпендикулярно и параллельно направлению прессования	11	10/7	9/7	8/6	7/5	9,5/8
Натриевое расширение, (ISO/WD 15379-1), %	0,7–0,9	0,4	0,35	0,25	0,1	0,1
Линейный коэффициент термического расширения (10 ⁻⁶ , град ⁻¹), 20-520 °С, перпендикулярно и параллельно направлению	2,1/2,8	2,9/3,5	3/3,5	2,9/3,4	2,9/3	2,9/3,4
Зольность, не более, %	3	2	1,6	1,2	0,9	0,8

*ГКА – антрацит газокальцинированный.

**ЭКА – электрокальцинированный антрацит.

Под уплотняемостью (компактированием) подовой массы понимается повышение ее плотности для удобства выполняемых монтажных работ. Уплотняемость является сложной функцией температуры, количества связующего и вязкости, материала наполнителя и его гранулометрического состава. Из физико-механических свойств наиболее важным является УЭС, снижение которого позволяет уменьшить затраты электроэнергии и падение напряжения в швах подины алюминиевого электролизера. УЭС обожженной подовой массы составляет часть расхода электроэнергии. В случаях заполнения межблочных швов предпочтительнее использовать подовые массы со свойствами, близкими к свойствам угольных катодных блоков.

В настоящее время алюминиевые заводы России для набивки периферийного и межблочных швов применяют холодно-набивные («зеленые») подовые массы (ХНПМ), используемые при комнатной температуре. Для локальных ремонтов футеровки, но только в обожженных ее частях, могут также использоваться горяченабивные массы. Некоторые свойства «зеленых» и прокаленных подовых масс представлены в табл. 6.

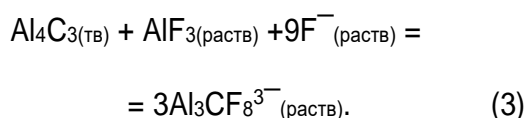
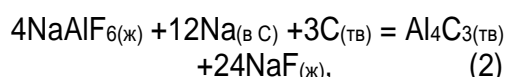
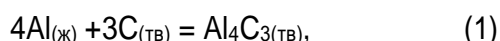
В процессе эксплуатации электролизеров поверхность катода подвергается непрерывному износу со скоростью от 10 до 30 мм/год и выше [17].

Химическая коррозия подины происходит из-за образования и растворения карбида алюминия [18]:

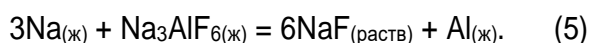
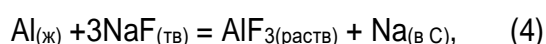
Таблица 6. Определенные свойства катодных подовых масс [16]

Свойства	Горяченабивная масса	ХНПМ или теплая масса	
		ЭКА, ГКА	Г*
Наполнитель	ЭКА, ГКА	ЭКА, ГКА	Г*
Свойства зеленых масс			
Температурный диапазон, °С	140–180	10–30 или 30–50	10–30 или 30–50
Плотность, кг/м ³	1500–1650	1500–1600	1550–1750
Свойства спеченного материала			
Реальная плотность, кг/м ³	1800–1900	1800–1900	2000–2200
Объемная плотность, кг/м ³	1400–1600	1400–1550	1300–1650
Пористость, %	15–25	15–30	20–40
Прочность на сжатие, МПа	25–40	15–40	5–25
УЭС, мКОМ·м	60–80	60–90	30–60
Содержание золы, %	4–10	4–10	0,5–2

*Г – графит.



Механизм линейного и объемного расширения углеродных блоков состоит в диффузии натрия и интерметаллидов в катодные блоки после запуска электролизера, что приводит к насыщению материалов компонентами электролита:



Термическая изоляция катодного устройства

Основное назначение теплоизоляции ванны – снижение потерь тепла в окружающую среду и, как следствие, снижение расхода электроэнергии на производство первичного алюминия. Кроме того, оптимальная конструкция теплоизоляционной футеровки позволяет поддерживать требуемую температуру расплава и элементов стального кожуха и продлить срок службы ванны.

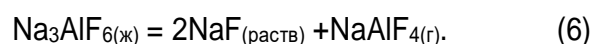
В конструкцию футеровки включены огнеупорные материалы для защиты изоляционных материалов от проникновения в них частиц криолита. В различных областях футеровки обычно широко используются три вида огнеупорных материалов: обожженные

огнеупорные кирпичи высокой плотности, литые огнеупоры и сухие барьерные материалы. Барьерные материалы служат мягкой подложкой под катодные блоки и препятствуют проникновению компонентов расплава в нижние слои футеровки. В качестве таких материалов применяют подушки из подовой массы, глинозема и других материалов.

Огнеупорные материалы должны обеспечивать медленное проникновение криолит-глиноземных расплавов, сохранять форму и объем, а также исключать попадание электролита в зону расположения теплоизоляции.

Катодные теплоизоляционные материалы должны обладать структурной стабильностью, высокими значениями механической прочности и модуля упругости, низкой теплопроводностью, химической стойкостью к компонентам расплава и др.

Реакция (6) характеризует инфильтрацию электролита через катодную футеровку, что обеспечивает последующее взаимодействие с огнеупорной футеровкой и образование натрий- и кремнийсодержащих фаз:



Заключение

Алюминиевая отрасль России является крупнейшей (более 3,8 млн т алюминия в 2021 г.) и уступает только КНР.

Одним из факторов, определяющих себестоимость тонны металла, является срок службы электролизера. Данный показатель зависит от качества углеродных и теплоизоляционных материалов, используемых при футеровке катодного устройства ванны.

Использование некачественных футеровочных материалов (угольных подовых блоков, подовой массы, огнеупорных и теплоизоляционных кирпичей) может привести к быстрому выходу электролизера из строя.

Следовательно, качество материалов играет важную роль в обеспечении оптимального срока службы ванны при электролизе криолит-глиноземных расплавов.

Список источников

1. Dubovikov O.A., Brichkin V.N., Ris A.D., Sundurov A. V. Thermochemical activation of hydrated aluminosilicates and its importance for alumina production // *Non-ferrous Metals*. 2018. No. 2. P. 11–16.
2. Бричкин В.Н., Куртенок П.В., Элдиб А.Б., Бормотов И.С. Состояние и пути развития сырьевой базы алюминия небокситных регионов // *Обогащение руд*. 2019. № 4. С. 31–37.
3. Deev V.B., Belov N.A., Selyanin I.F., Kutsenko A.I., Ponomareva K.V. Promising resource saving technology for processing melts during production of cast aluminum alloys // *Metallurgist*. 2015. Vol. 58. No. 11-12. P. 1123-1127. DOI: 10.1007/s11015-015-0050-4.
4. Nemchinova N.V., Belskii S.S., Vlasov A.A. Studying Aluminum Alloy Defects // *Solid State Phenomena*. Vol. 316. P. 353–358.
5. Mann V., Buzunov V., Pingin V., Zherdev A., Grigoriev V., *Environmental Aspects of UC RUSAL's Aluminum Smelters Sustainable Development* // *Light Metals*. 2019. P. 553-563.
6. Немчинова Н.В., Тютрин А.А., Бараускас А.А. Анализ химического состава техногенных материалов производства первичного алюминия для поиска рациональных методов их переработки // *Цветные металлы*. 2019. № 12. С. 22–29.
7. Дрягин Д.В., Сокольников Ю.В. Внедрение системы «сухой» газоочистки при производстве алюминия // *Молодежный вестник ИргТУ*. 2021. № 4. С. 25–32.
8. Немчинова Н.В., Сомов В.В., Тютрин А.А. Определение оптимальных параметров выщелачивания фтора из угольной части отработанной футеровки демонтированных электролизеров производства алюминия // *Записки Горного института*. 2019. Т. 239. С. 544–549. <https://doi.org/10.31897/PMI.2019.5.544>.
9. Mann V., Buzunov V., Pitertsev N., Chesnyak V., Polyakov P. Reduction in Power Consumption at UC RUSAL's Smelters 2012–2014 // *Light Metals*. 2015. P. 757–762. <https://doi.org/10.1002/9781119093435.ch128>.
10. Бажин В.Ю., Смольников А.Д., Петров П.А. Концепция энергоэффективного производства алюминия «Электролиз 600+» // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 5. Ч. 3. С. 37–40. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.47.113>.
11. Бурдонов А.Е., Зелинская Е.В., Гавриленко Л.В., Гавриленко А.А. Изучение вещественного состава глиноземсодержащего материала алюминиевых электролизеров для использования в технологии первичного алюминия // *Цветные металлы*. 2018. № 3. С. 32–38.
12. Ковалев В.В. *Финансовый менеджмент: теория и практика*. М.: Проспект, 2013. 1024 с.
13. Янко Э.А. *Аноды алюминиевых электролизеров*. М.: Руда и металлы, 2001. 670 с.
14. Гринберг И.С., Зельберг Б.И., Чалых В.И., Черных А.С. *Электрометаллургия алюминия*. СПб.: МАНЭБ, 2005. 427 с.
15. Сорлье М., Ойя Х. А. Катоды алюминиевого электролизера. Красноярск: Версо, 2013. 720 с.
16. Юрков А.Л., Малахов А.П., Авдеев В.В. Углеродные катодные материалы. История совершенствования // *Цветные металлы и минералы: сборник докладов одиннадцатого Международного конгресса (г. Красноярск, 16–20 сентября 2019 г.)*. Красноярск: Изд-во: ООО «Научно-инновационный центр», 2019. С. 335–343.
17. Юрков А.Л. Проблемы материаловедения углеродных подовых блоков для алюминиевых электролизеров // *Российский химический журнал*. 2006. № 1. С. 35–42.
18. Сизяков В.М., Бажин В.Ю., Патрин Р.К., Фещенко Р.Ю., Саитов А.В. Особенности разрушения подины высокоамперного электролизера // *Огнеупоры в тепловых агрегатах*. 2013. № 5. С. 5–8.

Информация об авторах / Information about the Authors

Немчинова Нина Владимировна,
д.т.н., профессор,
заведующая кафедрой металлургии
цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ninavn@yandex.ru

Nina V. Nemchinova,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of the Department of Non-Ferrous
Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ninavn@yandex.ru

Усатых Евгений Владимирович,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
usatikhev@mail.ru

Орлов Иван Александрович,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
fainafaina262@gmail.com

Леонов Игорь Сергеевич,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
leonovigor48@gmail.com

Evgeny V. Usatykh,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
usatikhev@mail.ru

Ivan A. Orlov,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
fainafaina262@gmail.com

Igor S. Leonov,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
leonovigor48@gmail.com

Кучное выщелачивание золота в условиях пониженных температур

© О.Н. Пухнаревич, Т.С. Минеева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Настоящая статья посвящена рассмотрению проблем переработки золотоносных руд по технологии кучного выщелачивания в северных регионах с неблагоприятными климатическими условиями, где температура окружающей среды является существенным негативным фактором замедления кинетики процесса и увеличения его продолжительности. Представлены результаты лабораторных исследований кучного выщелачивания золота и серебра из окисленной руды, направленных на выявление оптимальных технологических режимов и оценку возможности и эффективности осуществления кучного выщелачивания в условиях пониженных температур. Целью исследования являлось изучение вещественного состава руды, проведение тестов по цианированию в статико-агитационном режиме для выбора оптимальных технологических параметров, а также укрупненные испытания с полным циклом выщелачивания в перколяционных колоннах при различных температурах. В пилотном масштабе рассмотрены три схемы кучного выщелачивания. Первая предусматривает цианидное выщелачивание золота и серебра при температуре +5 °С, вторая – при температуре +15 °С, третья – при температуре +25 °С. Остальные условия для каждой из схем одинаковы и предполагают поддержание оптимального значения pH растворов на уровне не ниже 10,5, подкрепление растворов до заданной концентрации цианида и отбор проб раз в сутки. Извлечение золота при реализации указанных схем варьируется от 86 до 92 % соответственно. Общая продолжительность переработки руды составляет 90–100 дней.

Ключевые слова: кучное выщелачивание, окисленная руда, золото, серебро, пониженные температуры

Heap leaching of gold at low temperatures

© Oleg N. Pukhnarevich, Tatyana S. Mineeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the consideration of the problems of processing gold ores using heap leaching technology in northern regions with unfavorable climatic conditions, where the ambient temperature is a significant negative factor in slowing down the kinetics of the process and increasing its duration. The article presents the results of laboratory studies of heap leaching of gold and silver from oxidized ore, aimed at identifying optimal technological regimes and assessing the possibility and effectiveness of heap leaching at low temperatures. The purpose of the article is to study the material composition of the ore, to conduct tests on cyanidation in a static-agitation mode to select the optimal technological parameters, as well as enlarged tests with a full cycle of leaching in percolation columns at various temperatures. The article considers three heap leaching schemes on a pilot scale. The first scheme provides for cyanide leaching of gold and silver at a temperature of +5 °C, the second - at a temperature of +15 °C, the third - at a temperature of +25 °C. The remaining conditions for each of the schemes are the same and involve maintaining the optimal pH value of the solutions at a level of at least 10.5, reinforcing the solutions to a given cyanide concentration, and sampling once a day. Gold recovery in the implementation of these schemes varies from 86 to 92 %, respectively. The total duration of ore processing is 90–100 days.

Keywords: heap leaching, oxidized ore, gold, silver, low temperatures

Введение

Основные запасы золота [1] в России сосредоточены в районах с неблагоприятными климатическими условиями, к ним относятся северные регионы (Сибирь, Дальний Восток, Урал). Опыт внедрения технологии кучного выщелачивания (КВ) [2–10] показал, что на эффективность процесса в этих регионах негативное тормозящее влияние оказывает

холодный климат. Это объясняется тем, что отрицательная температура существенно ухудшает скорость миграции металлоносных растворов, вследствие чего в зимний период нередко происходит замерзание кучи и замедление процесса выщелачивания. Поэтому одним из основных аспектов освоения и обеспечения эффективности КВ в таких условиях является рассмотрение возможности

увеличения продолжительности промышленного сезона [11–14].

Объект исследования

Исследования проводили на окисленной руде одного из месторождений России. Химический состав исследуемой руды представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав окисленной руды

Компоненты	Массовая доля, %	Компоненты	Массовая доля, %, содержание (г/т)
Al	5,60	Se	<0,0005
Ti	0,199	As _{общ.}	0,0190
Ca	0,068	B	<0,0005
K	7,5	Cu	0,0014
Na	0,123	Be	<0,00020
Mn	0,0370	Co	0,0011
Mg	<0,020	Ba	0,115
P	0,0340	Ni	0,0280
Fe _{общ.}	2,480	S _{общ.}	<0,050
Hg	<0,0005	S _{карб.}	<0,10
Sr	0,00570	S _{орг.}	<0,10
S _{общ.}	<0,050	Ag, г/т	3,73
Sc	0,00040	Au, г/т	1,14±0,24

Количество углерода составляет менее 0,05 %. Органический углерод (как и карбонатный) – ниже предела обнаружения.

Основным полезным компонентом в пробах является золото, содержание которого составляет 1,14±0,24 г/т, содержание серебра – 3,73 г/т.

Из данных табл. 2 видно, что проба представлена в основном породообразующими минералами, из которых существенное значение имеют кварц и калиевый полевой шпат (ортоклаз). Доля кварца в пробе – 43,8 %. На долю калиевого полевого шпата приходится 41,2 %. Плаггиоклазы, представленные альбитом, имеют второстепенное значение, и их доля составляет от 9 %. Глинисто-сланцисто-гидрослюдистые образования находятся на уровне 2,0 %. Рудные минералы главным образом представлены оксидами и гидроксидами железа. Их суммарная доля – 3,3 %. Сульфиды отмечаются в виде редких и единичных зерен пирита, халькопирита, пирротина, галенита.

Таблица 2. Минеральный состав пробы руды

Минералы, группы минералов	Массовая доля, %
Кварц	43,8
Калиевый полевой шпат (ортоклаз)	41,2
Плаггиоклазы (альбит)	9,0
Гидроксиды железа (гематит, лимонит, гетит, гидрогетит)	3,3
Глинисто-сланцисто-гидрослюдистые минералы (серицит)	2,0
Карбонаты	0,2
Сульфиды (пирит, халькопирит, галенит)	Редкие и единичные зерна
Акцессорные (оксиды марганца, апатит, рутил)	0,5
Итого:	100,0

Из полученных результатов следует, что пробы руды по минеральному составу близки между собой. Незначительная разница заключается в их количественном соотношении.

Методика исследований

Лабораторные исследования на пригодность исследуемой руды к КВ золота, серебра – IBRT-тесты – проводились в статико-агитационном режиме. Тесты проводили на пробе крупностью минус 60 мм. Навеска материала составляла 5 кг, плотность пульпы – 33 % твердого, концентрация NaCN – 0,5 г/дм³, загрузка CaO – 2 кг/т. Принцип работы статико-агитационной установки состоит в следующем: агитатор с рудой и выщелачивающим раствором находится в динамическом режиме выщелачивания в течение 5 минут, после чего перемешивание прекращается и пульпа отстаивается в статическом режиме в течение 55 минут. Данный цикл повторяется каждый час на протяжении 10 суток (240 ч) с отбором проб через 2, 6, 24 ч и далее один раз в сутки. По истечении пяти суток (120 ч) производится замена продуктивного раствора на свежий, составляется баланс тестов по анализу жидкой и твердой фаз.

Пилотные испытания КВ руды проводили по трем одинаковым схемам, но при различной температуре (5, 15 и 25 °С) в трех колоннах диаметром 300 мм и высотой 2000 мм.

На рис. 1 представлен общий вид лабораторного стенда для выщелачивания.



Рис. 1. Лабораторный стенд колонн

Крупность руды составляла минус 60 мм, масса руды в каждой колонне – 180 кг. Плотность орошения руды в процессе испытаний поддерживали на уровне $10,0 \text{ дм}^3/\text{м}^2$ в ч. Выщелачивание проводили цианидными растворами с концентрацией $0,5 \text{ г/дм}^3$, pH выщелачивающего раствора поддерживали на уровне 10,5–10,8. Корректировку pH проводили добавлением гидроксида натрия в раствор перед орошением. Подачу выщелачивающего раствора в колонну осуществляли перистальтическим насосом.

Выщелачивание осуществляли в замкнутом цикле с сорбцией благородных металлов на активированный уголь Norit RO 3515, загруженный в сорбционную колонку. Объем угля, используемого в испытаниях, составлял 250 мл.

После достижения устойчивой концентрации золота в продуктивных растворах менее $0,01 \text{ мг/дм}^3$ выщелачивание прекращали.

После завершения выщелачивания для всех трех схем хвосты в колоннах дренировали и отмывали водой для удаления остаточных реагентов и ценных компонентов. Затем

колонны разгружали и определяли остаточное содержание золота и серебра (пробирным атомно-абсорбционным анализом).

Результаты исследований

На рис. 2 представлена динамика выщелачивания золота и серебра при проведении лабораторных IBRT-тестов.

Результаты опытов по статико-агитационному выщелачиванию в течение 240 ч проб руды, дробленых по классу крупности минус 60 мм, показали, что извлечение золота из них составляет 86,1 %. Извлечение серебра составило при этом 20,7 %.

На основании полученных результатов исследований можно сделать вывод о том, что руда обладает низкой технологической упорностью по золоту и высокой по серебру и может быть переработана по технологии кучного выщелачивания.

Усредненный расход реагентов составил: NaCN – 0,57 кг/т, CaO – 0,88 кг/т. Кроме того, проведенные тесты по фильтрации показали, что для данной руды не требуется окомкование.

Выводы, полученные на стадии лабораторных исследований, являются предварительными, и для полной картины необходимы укрупненные испытания технологии в укрупненном (пилотном) масштабе с полным циклом выщелачивания ценных компонентов руды в перколяционных колоннах в режиме замкнутого водооборота.

На рис. 3 представлены сводные результаты пилотных испытаний по кучному выщелачиванию золота и серебра при температурах +5, +15 и +25 °С.

Показатели извлечения золота (серебра), достигнутые в ходе выщелачивания проб руды в колоннах, составили соответственно, %:

При температуре:

- 1) +5 °С 86,20 (16,86);
- 2) +15 °С 89,63 (23,27);

3) +25 °С 92,04 (25,67).

Значительного влияния на конечные показатели извлечения золота и серебра из всех проб руд температура в исследуемом диапазоне не оказывает.

Результаты испытаний в колоннах показали сопоставимость с ранее полученными в статико-агитационном режиме значениями показателей извлечения для исследуемых проб руд.

Необходимые для достижения наиболее полного извлечения золота и серебра соотношения Ж:Т зависят в основном не от температуры, а от вещественного состава различных проб руды. Накопления вредных примесей, независимо от температуры выщелачивания при циркуляции растворов, не наблюдается.

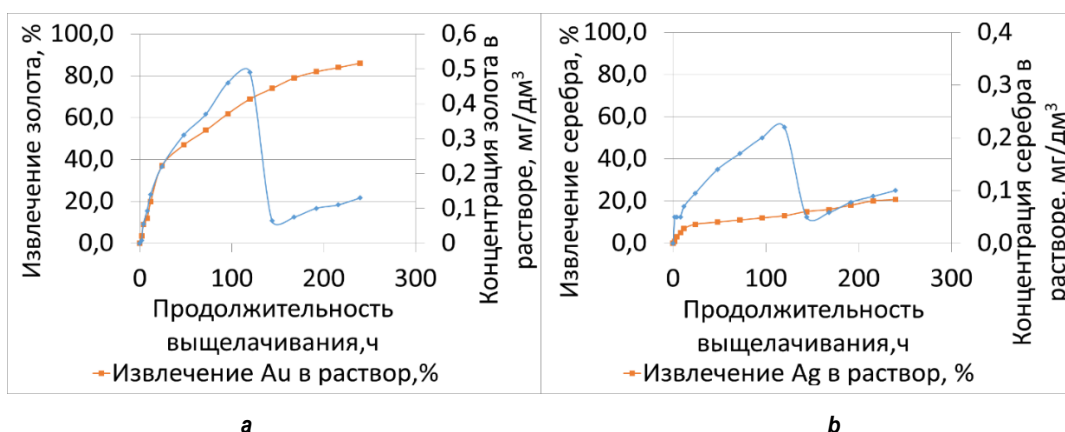


Рис. 2. Динамика выщелачивания в статико-агитационных условиях: а – золото; б – серебро

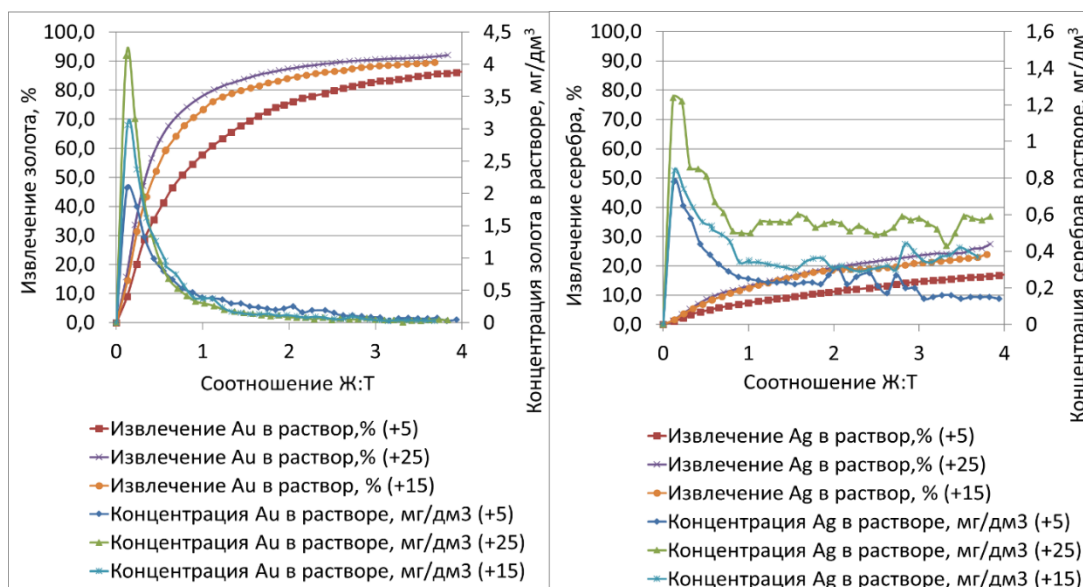


Рис. 3. Сводные результаты пилотных испытаний по кучному выщелачиванию при температурах + 50, + 15 и + 25 °С: а – золото; б – серебро

Заключение

Результаты проведенных тестов свидетельствуют о том, что извлечение золота при реализации трех схем с различной температурой варьируется от 86 до 92 % соответственно (при крупности дробления минус 60 мм). Попутное извлечение серебра находится на уровне от 16 до 25 %. Общая

продолжительность переработки руды по трем вариантам технологии также находится примерно на одном уровне и в среднем составляет около трех месяцев (90–100 дней). Полученные результаты характеризуют технологические свойства изученных проб руд применительно к их переработке по технологии КВ.

Список источников

1. Лодейщиков В.В. Методические рекомендации по типизации руд, технологическому опробованию и картированию коренных месторождений золота. М.: Металлургия, 1973. 288 с.
2. Строганов Г.А., Шутов А.М. Критерии оценки пригодности минерального сырья для переработки методом кучного выщелачивания // Цветные металлы. 1996. № 7. С. 4–6.
3. Минеев Г.Г., Леонов С.Б. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд. Иркутск: ИрГТУ, 1997. 99 с.
4. Дементьев В.Е., Дружина Г.Я., Минеев Г.Г. Кучное выщелачивание золотосодержащего сырья // Известия вузов. Горный журнал. 2000. № 2. С. 74–78.
5. Минеев Г.Г., Васильев А.А., Никитенко А.Г. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. т. 21. № 4. С. 147–156.
6. Дементьев В.Е., Дружина Г.Я., Татаринов А.П. Интенсификация процесса кучного выщелачивания золота // Цветные металлы. 1999. № 8. С. 26–30.
7. Van Zyl D.J.A., Hutchison I.P.G., Kiel J.E. Introduction to evaluation, design and operation of precious metal heap leaching projects. Littleton: Society of Mining Engineers, 1988. 372 p.
8. Петров С.В., Петров В.Ф., Мурашов Н.М. Опыт эксплуатации установок кучного выщелачивания золота в России с точки зрения их экологической безопасности // Добыча и переработка золото- и алмазосодержащего сырья: сборник научных трудов. Иркутск. 2001. С. 193–206.
9. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Классификация штабелей кучного выщелачивания металлов // Горный журнал. 1997. № 3. С. 36.
10. Voiloshnikov G.I., Demytyev V.E. Adsorption technology for gold and silver recovery using resins and activated carbons // Proceedings of IMPC-2018, Moscow, 2018. P. 2634–2642.
11. Резник Ю.Н., Шумилова Л.В. Анализ опыта работы установок кучного выщелачивания золота в суровых климатических условиях // Вестник Заб. центра РАЕН. 2008. № 1. С. 21–22.
12. Дементьев В.Е., Татаринов А.П., Гудков С.С. Перспективы извлечения золота методом кучного выщелачивания в холодных климатических регионах России // Колыма. 2000. № 3. С. 33–35.
13. Косякова О.В., Немчинова Н.В. Получение золота методом кучного выщелачивания в условиях низких температур в Республике Саха (Якутия) // Технология металлов. 2012. № 2. С. 9–13.
14. McClelland G.E. Agglomerated and unagglomerated heap leaching behavior is compared in production heaps // Mining Engineering. 1986. Vol. 38. No. 7. P. 500–503.

Информация об авторах / Information about the Authors

Пухнаревич Олег Николаевич,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Raspredvin@yandex.ru

Минеева Татьяна Султановна,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ksu_@inbox.ru

Oleg N. Pukhnarevich,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Raspredvin@yandex.ru

Tatyana S. Mineeva,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Assistant professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ksu_@inbox.ru

Аналитический контроль сырья и продуктов технологического процесса при производстве алюминия

© А.А. Шемелин, И.А. Сысоев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время алюминий и сплавы на его основе находят широкое применение в качестве конструкционных материалов в транспортной, авиационной, космической и строительной отраслях, в пищевой промышленности и энергетике. Российская компания «РУСАЛ» давно является одним из ведущих в мире производителем алюминиевой продукции. В состав заводов по производству алюминия входит значительное количество производственных объектов: корпуса электролиза, газоочистные сооружения, электролитные, отделение регенерации и флотации криолита, приемные склады глинозема и фтористых солей, обожженных анодов, цеха по производству анодной массы, объекты водоснабжения и канализации и др. Совокупность технологических процессов на производстве требует системного подхода к анализу качественных характеристик исходного сырья, промежуточных продуктов и вспомогательных материалов, а также выпускаемой продукции. Другим важным аспектом является отбор проб газообразных и твердых выбросов, продуктов, подлежащих утилизации на полигонах и шламовых полях для обеспечения рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды. Анализ вышеперечисленных параметров осуществляется путем аналитического контроля производства на основе утвержденных методик. Отлаженная схема контроля способствует соблюдению высоких стандартов качества продукции, снижению брака и уменьшению отходов алюминиевого производства.

Ключевые слова: аналитический контроль, алюминий, глинозем, электролит, выбросы, физико-химические методы анализа

Analytical control of raw materials and process products in aluminium production

© Alexey A. Shemelin, Ivan A. Sysoev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. At present, aluminium and aluminium alloys are used extensively as structural materials in the transport, aviation, space, construction, and food and energy industries. RUSAL has long been one of the world's leading producers of aluminium. The aluminium smelters include a significant number of production facilities: electrolysis building, gas treatment facilities, electrolytic smelters, cryolite regeneration and flotation, alumina and fluorine salts storages, fired anodes, anode mass shops, water supply and sewage facilities, etc. The combination of technological processes in production requires a systematic approach to the analysis of the quality characteristics of raw materials, intermediate products and auxiliary materials, as well as the output products. Another important aspect is the sampling of gaseous and solid emissions, products to be disposed of at landfills and sludge fields to ensure rational use of resources and environmental protection. Analysis of the above parameters is carried out through analytical production control based on approved methods. A well-functioning control scheme contributes to maintaining high product quality standards, reducing rejects and reducing aluminium production waste.

Keywords: analytical control, aluminium, alumina, electrolyte, emissions, physico-chemical methods of analysis

Введение

Аналитический контроль производства – это сложная система, позволяющая получить данные о химическом составе (реже о химическом строении веществ), которые необходимы для материального производства, научных исследований, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Он основан на практическом применении теоретических основ

аналитической химии с помощью методов определения состава получаемой продукции. Главной целью контроля является не только изучение и оценка состава, но и корректировка технологических параметров.

В аналитической химии используют понятия [1, 2] «метод», «методология», «методика», которые здесь употребляются не в общепhilosophическом, а в более узком смысле, в рамках аналитической науки:

– метод как прием, способ или принцип анализа;

– методология как совокупность методов, применяемых для достижения поставленной аналитической задачи;

– методика как документированный алгоритм (перечень операций и порядок их выполнения), реализация которого обеспечивает получение результата анализа с установленными значениями характеристик (сходимости, воспроизводимости, точности, правильности и неопределенности).

Для анализа металлов и сплавов последовательно брали на вооружение самые разные методы. Когда-то для этой цели использовали пробирный анализ, основанный на плавлении пробы с флюсами, позднее – гравиметрический. С середины XIX в. часто применяли титриметрические, а в первой половине XX в. – электрохимические методы (особенно электрогравиметрию). Фотометрический анализ начали использовать еще в XIX в. (в варианте стандартной шкалы), а в середине XX в. этот метод стал одним из основных [3, 4].

Метод атомно-эмиссионной спектроскопии в анализе металлов используют с 1920-х годов XX века. Эмиссионный спектральный анализ проводят по спектрам испускания атомов, ионов или молекул, возбужденных различными способами [5]. Этим методом выполняется значительная часть анализов исходного сырья и готовой продукции. Особое значение имеет спектрально-аналитический контроль за ходом плавки, на основании которого вносятся оперативные изменения в ход технологического процесса, например, по содержанию легирующих и других добавок [6, 7].

Для одновременного атомно-эмиссионного определения ряда элементов начали применять оптические квантометры. Позднее многие аналитические задачи стали решать рентгенофлуоресцентным методом, а также при помощи атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Наиболее крупные предприятия и научно-исследовательские институты теперь имеют масс-спектрометры с индуктивно-связанной плазмой, которые обслуживаются с помощью компьютеров [8].

Аналитический контроль в металлургии развивался одновременно с созданием и

расширением масштабов металлургического производства. То же можно сказать и об анализе металлов в машиностроении, электротехнике, авиационной технике и других отраслях, потребляющих металлы и сплавы.

В настоящее время аналитический контроль осуществляется в специальных лабораториях: центральной заводской лаборатории и санитарно-промышленной лаборатории. Службы аналитического контроля непрерывно взаимодействуют со смежными подразделениями предприятия для анализа состояния окружающей среды и технологических выбросов, проверки качества исходного сырья и выпускаемой продукции, предотвращения брака и вредных примесей для обеспечения качества выпускаемой продукции в соответствии с нормами и техническими условиями [9, 10].

С точки зрения металлурга-производственника виды анализа подразделяют следующим образом: контроль сырьевых материалов, экспресс-контроль технологических процессов, маркировочный анализ продукции, арбитражный анализ, экологический контроль. С точки зрения аналитика перечень видов анализа несколько иной. Следует прежде всего подчеркнуть, что в лабораториях металлургических и машиностроительных предприятий занимаются элементным и фазовым анализом. Решают следующие аналитические задачи [11]:

– контроль состава сырья на предмет содержания целевых элементов;

– определение легирующих добавок и примесей в металлах в широком диапазоне концентраций;

– определение газообразующих примесей, так как для их определения обычно используют особое оборудование;

– анализ неметаллических включений интерметаллидов, образующих отдельные фазы или фазовый анализ;

– оперативный анализ содержания основных компонентов или экспресс-контроль;

– анализ газообразных выбросов, пыли, стоков и твердых отходов.

Основные стадии аналитического контроля при производстве алюминия

Отбор проб сыпучих материалов

производится специальными пробоотборниками – щупами, которые опускаются на заданную глубину и отбирают пробу из различных участков вагона в заданной последовательности. Длина щупа должна обеспечивать отбор проб на всю глубину погружения.

Пробы от жидкого металла отбираются ручным способом с помощью пробоотборника (ложки) и изложницы установленной формы. Внутренняя поверхность изложницы и ложки, которой отбирают пробу, должна исключать возможность загрязнения пробы определяемыми элементами. Пробоотборник погружается в расплав и заполняется жидким металлом. После ложку извлекают из расплава, выливают в изложницу и охлаждают металл до полной кристаллизации. Геометрические размеры пробы должны соответствовать форме изложницы, не допускаются недоливы/переливы металла. На поверхности пробы не допускается наличие раковин, трещин, шлаковых и других инородных включений.

Отбор проб электролита алюминиевых электролизеров проводится ручным способом. Осуществляется он с помощью прогретого сухого пробоотборника, который погружают в закрытом состоянии в электролит на глубину от 7 до 10 см. Открывают его на 1–2 см, набирают электролит, закрывают и извлекают из электролита. При отборе избегают излишнего открытия пробоотборника для недопущения попадания пены, металла и прочих посторонних частиц.

Анализ газообразных проб необходим при контроле воздуха цеховых помещений и воздушной среды в санитарно-защитной зоне предприятия. Проба отбирается специальным отборным инструментом в переносную камеру и доставляется в лабораторию. Для анализа газа или воздуха непосредственно на месте используются специальные переносные газоанализаторы.

Транспортировка проб в лабораторию осуществляется с помощью пневмопочты (напорная, вакуумная). При незначительной удаленности лаборатории пробы обычно доставляются пробоотборщиками.

Пробоподготовка перед анализом имеет решающее значение, так как может оказать как положительный, так и отрицательный эффект на конечные результаты. От

пробоподготовки зависит повторяемость свойств материалов от пробы к пробе, воспроизводимость результата и так далее. Надежный анализ химического состава и структуры материалов возможен только при качественной подготовке поверхности проб и образцов.

Подготовка образцов является ответственным и трудоемким процессом и часто это целая совокупность действий над объектом анализа. Пробоподготовка может быть как одностадийной, так и многостадийной процедурой, обеспечивающей перевод исследуемого материала в состояние, пригодное для анализа.

Основные типы пробоподготовки:

- шлифование, фрезерование, заточка;
- дробление, измельчение;
- прессование, сплавление, спекание;
- переплавка (стружки или т. п.).

Методы аналитического контроля на алюминиевом производстве

Контроль криолитового отношения электролизных ванн рентгеноспектральным и рентгеноструктурными методами. Одной из основных стратегических целей производителей алюминия во всем мире является увеличение объемов производства при снижении затрат на его себестоимость. Одним из наиболее перспективных способов в достижении этой цели является увеличение выпуска алюминия-сырца путем оптимизации состава электролита.

Основным технологическим параметром, характеризующим состав электролита, является величина криолитового отношения (КО), отражающая величину мольного отношения фторида натрия к фториду алюминия или избыток AlF_3 .

Главным направлением модификации состава электролита является понижение КО и оптимизация количества фторидных добавок до теоретически и эмпирически определяемых значений, взаимосогласованных с технологическими параметрами электролиза, с целью снижения затрат электроэнергии и увеличения выхода по току.

Хорошо зарекомендовавшим себя технологическим решением является стабилизация состава электролита, основанная на краткосрочном прогнозировании изменения его

состава в зависимости от динамики регистрируемых технологических параметров ванны, в том числе химического состава электролита, и расчет на этой основе оптимального графика корректировки состава ванны дозированными добавками фторсолей.

Эта технология позволяет поддерживать заданный состав электролита в ваннах корпуса, цеха или даже завода в узком коридоре значений. Она является одной из базовых для решения перспективной задачи унификации управления составом электролита на алюминиевых заводах в рамках общей задачи развития системы управления электролизным производством.

Сложность задачи контроля электролита связана с тем, что при охлаждении пробы образуются около десяти различных минеральных компонентов, что делает невозможным точный расчет КО без получения информации как о химическом, так и о фазовом составе образцов.

Блок-схема контроля и управления химическим составом электролита на электролизном производстве представлена на рис.

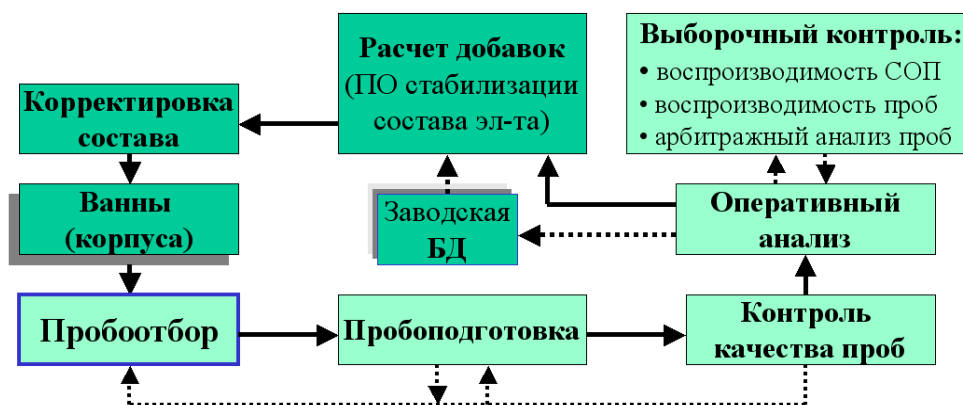
На заводах РУСАЛа для управления производственным процессом проводят определение массовых долей фтористого кальция, фтористого магния и определение КО в пробах электролита алюминиевых

электролизеров рентгеноспектральным и рентгено-структурным методами анализа на оборудовании, сочетающем возможности элементного и фазового анализов.

На сегодня данные методы контроля электролитов являются самыми точными и экспрессными. Время анализа одного образца занимает около 90 секунд.

Спектральный анализ. Эмиссионный спектральный анализ принадлежит к числу наиболее распространенных методов аналитической химии. Благодаря универсальности, большой информативности, высокой экспрессности и эффективности он завоевал ведущее место при аналитическом контроле качества готовой продукции в различных отраслях промышленности.

Спектральный анализ – один из физических методов определения химического состава вещества. Он основан на изучении спектрального состава света, испускаемого исследуемым веществом. По спектру анализируемого образца можно установить атомный состав материала. При анализе пробы по ее спектру можно определить все химические элементы в различных пробах. Спектральный анализ отличается высокой чувствительностью. С его помощью можно определять отдельные химические элементы в количестве миллионных долей миллиграмма.



- **Оперативный анализ** – комбинация рентгеновских дифрактометрического и флуоресцентного методов:
 - на базе оборудования фирмы Philips (КрАЗ, САЗ);
 - на базе оборудования фирмы ARL (БрАЗ, НкАЗ, САЗ).
- **Арбитражный анализ** – химический метод.

Рис. Блок-схема контроля и управления химическим составом электролита на электролизном производстве

Для анализа достаточно небольшого количества вещества, что позволяет проводить анализ готовой продукции. Его длительность при использовании современного оборудования составляет несколько минут, что дает возможность осуществлять экспрессный контроль состава пробы.

В лабораторных условиях и на производственных предприятиях РУСАЛа применяются современные оптико-эмиссионные спектрометры, которые берут на себя всю рутинную работу по контролю технологии производства и качества готовой продукции.

Измерение массовой концентрации водорода в металлах и сплавах. На протяжении многих лет в специальных лабораториях разрабатывались различные методики для решения нестандартных задач. Область применения анализаторов расширяется благодаря появлению новых нестандартных задач наших заказчиков.

Водород, присутствующий в алюминии и его сплавах, составляющий 70–90 % от суммарного содержания газа, оказывает отрицательное влияние на свойства и структуру изделий и полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Пористость отливок, расслоения в деформированных изделиях, пузыри на листах и тонкостенных профилях, снижение усталостных и эксплуатационных свойств связаны именно с высоким содержанием водорода. В алюминиевых сплавах при нормальных условиях содержание водорода обычно составляет 0,05–1,0 см на 3/100 г металла. Водород в алюминиевых сплавах находится в виде раствора внедрения, может заполнять пустоты и поры в молекулярном состоянии и образовывать химические соединения – гидриды (чаще всего щелочных или щелочноземельных металлов), а также адсорбироваться на мелкодисперсных включениях оксидов алюминия внутри металла и образовывать химические комплексы с этими включениями. Для получения качественного металла необходимо максимально понизить в нем содержание водорода. Важно точно определять фактическое содержание водорода в металле, что связано со специфическими трудностями: малым содержанием водорода в алюминиевых сплавах, присутствием в сплавах легирующих компонентов с высокой упругостью пара

и наличием абсорбированной влаги на оксидной пленке, покрывающей поверхность металла.

Современные газоанализаторы на предприятиях РУСАЛа работают по следующей схеме: в высокочастотной печи образец подогревается в графитовом тигле при 300 °С, при достижении точки плавления печь отключается, выделившийся водород попадает в поток газа-носителя (азота) и транспортируется к измерительной ячейке. Изменение теплопроводности газа-носителя в зависимости от концентрации в нем водорода регистрируется. Сравнение обоих газовых потоков (газ-носитель и газ-носитель с водородом) является предпосылкой для измерительного сигнала, который пропорционален содержанию водорода в образце.

Конструкция держателя образцов позволяет проводить анализ кусков, стружки и вы сверлений без добавок.

Металлографическое исследование алюминиевой продукции. Оценка качества микроструктуры сплавов при производстве алюминия позволяет решать одну из главных задач – влияние различных деформационных и термических обработок на свойства готовой алюминиевой продукции, а также анализировать причины ее брака. Наличие металлографической лаборатории на предприятии дает возможность управлять технологическим процессом и улучшать его, так как многие свойства сплавов (механические, физические и химические) зависят от их структуры.

Металлографический анализ проводится с целью изучения влияния химического состава и различных видов обработки на структуру металла.

Различают макро- и микроструктуру. Макроструктура – это строение металла, видимое невооруженным глазом или при небольшом увеличении (до 30 крат).

Микроструктура – это строение металла или сплава, видимое при больших увеличениях (более 50 крат) с помощью микроскопа.

Соответственно, металлографический анализ подразделяется на макроанализ и микроанализ.

Исследование макроструктуры (макроанализ). Макроанализ дает представление об общем строении металла и позволяет

оценить его качество после различных видов обработки: литья, обработки давлением, сварки, термической и химико-термической обработки.

Макроанализ не выявляет подробностей строения, но позволяет определить участки металла, требующие дальнейшего микроскопического исследования:

- нарушения сплошности металла (газовую пористость), такие дефекты как оксидные пленки, трещины, усадочные раковины, рыхлость;

- дендритное строение, размеры и ориентацию зерен в литом состоянии, размер зерна, глубину зоны усадки, размеры столбчатых кристаллов;

- химическую неоднородность литого металла – ликвацию (исследуется макрошлиф).

Макроанализ проводят на продольных и поперечных макрошлифах (темплетах) и изломах. Для успешного выполнения макроанализа необходим выбор наиболее характерного для изучаемого изделия сечения или излома. Вырезанные темплеты подвергают механической обработке, химическому травлению и исследованию.

Исследование микроструктуры (микрoанализ). Микроскопический анализ заключается в исследовании структуры специально подготовленных образцов (микрошлифов) при увеличениях от 30–50 до 1500–1800 крат. Микроанализ проводят с целью определения:

- количества, размеров и типа структурных составляющих;

- фазового состава металла;

- связи химического состава, условий производства и обработки сплава с его микроструктурой и свойствами.

Для проведения высококвалифицированного микроанализа необходимы знания не только в области металлографии, но и в методике приготовления микрошлифов, в устройстве микроскопов и методах микроскопического анализа.

Приготовление микрошлифа обычно

включает следующие основные операции.

- вырезку образцов и подготовку поверхности;

- шлифование;

- ролирование;

- травление.

Выбор числа образцов, места вырезки и сечения материала, по которому проходит плоскость микрошлифа, определяется целью металлографического исследования, размерами, формой и особенностями структуры.

На предприятиях РУСАЛа применяются современные стереомикроскопы, инвертированные микроскопы, мощный программный аналитический инструментарий, который позволяет улучшать показатели производительности лаборатории, уменьшая время на выполнение стандартных операций и увеличивая скорость работы, так как система включает в себя готовые специализированные решения анализа изображений для стандартных и нестандартных задач.

Заключение

Высокие технические показатели при производстве алюминия не могут быть достигнуты без организации соответствующего контроля на всех уровнях технологического процесса. Аналитический контроль производства — это совокупность работ по контролю за качеством сырья, технологическим процессом, качеством выпускаемой продукции. Объектами аналитического контроля являются исходное сырье, промежуточные продукты и вспомогательные материалы, а также выпускаемая продукция. Важным является и обеспечение рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды объективного контроля газообразных и твердых выбросов, продуктов, подлежащих утилизации. Таким образом, аналитический контроль является важнейшим фактором для компании «РУСАЛ», стратегия развития которой направлена на высокое качество.

Список источников

1. Глубоков Ю.М, Головачева В.А., Дворкин В.И. [и др.] Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. М.: Академия, 2012. Т. 1. 351 с.
2. Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштрах М.А. [и др.]

- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. М.: Академия, 2012. Т. 2. 411 с.
3. Барковский В.Ф. Основы физико-химических методов анализа. М.: Высшая школа, 1983. 247 с.

4. Малютина Т.М., Конькова О.В. Аналитический контроль в металлургии цветных и редких металлов. М.: Металлургия, 1988. 240 с.
5. Дробницкая Н.В., Артеменко А.И., Гаркавая Н.Н., Тикунова И.В. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа. М.: Высшая школа, 2009. 416 с.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Дрофа, 2007. 383 с.
7. Журавлев Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. 157 с.
8. Кириллов В.В., Добрышин К.Д. Практикум по физико-химическим методам анализа. Электрохимические методы анализа. СПб.: СПбГУНИПТ, 2008. 162 с.
9. Минцис М.Я., Поляков П.В., Сиразутдинов Г.А. Электрометаллургия алюминия. Новосибирск: Наука, 2001. 368 с.
10. Зельберг Б.И., Рагозин Л.В., Баранцев А.Г. [и др.]. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. 764 с.
11. Вершинин В.И., Золотов Ю.А. История и методология аналитической химии. М.: Лаборатория знаний, 2023. 499 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Шемелин Алексей Анатольевич,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
aashemelin88@yandex.ru

Alexey A. Shemelin,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
aashemelin88@yandex.ru

Сысоев Иван Алексеевич,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ivansys@istu.edu

Ivan A. Sysoev,
Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor
Assistant Professor of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ivansys@istu.edu

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 1 2023

Редакторы Н.Н. Куклина
Е.М. Перевалова
И.П. Маркина
Е.В. Шешуков
Верстка Н.П. Дзюндзя

Выход в свет 31.03.2023 г.
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83