

МОЛОДЁЖНЫЙ ВЕСТНИК ИрГТУ

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

Том 13 № 2 2023



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

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 2 2023

2023

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 13 № 2 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)

Кикучи 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 геoinформационных 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 № 2 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 № 2 2023

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Тютрин Н.О., Гусева Е.А., Куренов А.С., Захаров П.А., Патрушев А.А.** Выбор оптимального способа очистки конструктивных элементов энергетического оборудования от продуктов высокотемпературной и низкотемпературной коррозии 371

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

- Кривых М.М., Рыбина Л.Д.** Информационная безопасность в сфере физической культуры и спорта 378

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Иванов Н.А., Пузина Е.Ю.** Развитие распределенной генерации в России 384
- Михальченко А.И., Коваль Т.В.** Анализ непроектных топлив, сжигаемых на ТЭЦ-10 ООО «Байкальская энергетическая компания» 393

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- Ананьин М.А., Логунова Т.А., Дорофеева Н.Л.** Оценка несущей способности металлоконструкций антенной опоры 399
- Гаврищук А.Н., Балабанов В.Б.** Влияние организации дорожного движения и дорожных условий на безопасность дорожного движения 405
- Горощенова П.С.** Био-тек как стиль архитектуры Сантьяго Калатравы 412
- Колосовская В.Э.** Этапы формирования садово-паркового проектирования в поселке Листвянка 418
- Рогозина А.Е., Литвинова О.В.** Анализ современного программного обеспечения и перспективы внедрения в массовое строительство 425
- Ткачук Д.С., Добышева Т.В.** Особенности применения методов проектного управления в строительстве 432

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Рудых Л.Г.** Современное волонтерское движение в России в 2023 году: проблемы и перспективы 439
- Ткачев В.В.** Отражение опыта работы деятелей искусства и коллекционеров по созданию передвижных выставочных пространств Иркутской губернии в периодической печати 444

ФИЛОЛОГИЯ

- Иванова Е.В., Брюханова Ю.М.** Приемы минимализма в русской поэзии конца XX века 451
- Карпец Е.В., Петрова Н.А.** Системно-структурный и когнитивный аспекты изучения категорий в лингвистике 458

ЭКОНОМИКА

- Жукова Д.А., Уразова Н.Г.** Экономическая эффективность применения технологии эффекта Зеебека 464
- Лапа В.А., Бережных М.В.** Особенности управления персоналом в топливно-энергетическом комплексе 471
- Лубнина С.М., Крылов Е.Д., Прокофьева О.С.** Выбор парка подвижного состава: собственный или наемный 479

ПСИХОЛОГИЯ

- Пахомов А.С., Финогенко Е.И.** Личностные ресурсы адаптации к учебной деятельности студентов технического вуза 485

ПЕДАГОГИКА

- Амбарцумян Р.А., Ефременко И.А., Базарова Ч.Л., Пуляевская А.О.** Мотивация учащихся к занятиям физической культурой 494
- Донцов Н.О., Гладышева Л.Е.** Роль компьютерного моделирования при исследовании физических процессов 499
- Залуцкая Е.Н., Койпышева Е.А.** Сравнительная характеристика физической подготовленности студенток ИРНИТУ первого курса разных годов обучения 504
- Малыхин А.В., Назаров С.А.** Чемпионат России по летнему биатлону 2022: состав участников, особенности проведения 509
- Симанова А.Д., Богданова Е.А., Пономарёв А.И.** Роль физической культуры в жизни студента. Спорт как культура воспитания 515

СОЦИОЛОГИЯ

- Пивнёва К.П., Вайрах Ю.В.** Тематика материалов журнала Glamour 519

ПРАВО

- Чмыхова А.Е., Днепровская М.А.** Особенности гражданского иска в уголовном процессе: вопросы теории и практики 524

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ

- Исмоилов З.З., Тютрин А.А.** Шлаки сталеплавильного производства: обзор способов переработки 530
- Ковалев А.В., Бельский С.С.** Монтаж и демонтаж анодов алюминиевых электролизеров 537
- Кондратенко А.П., Кузьмина М.Ю.** Совершенствование футеровки электрических тигельных печей сопротивления за счет применения современных волокнистых огнеупорных материалов 546
- Лыткина А.А., Говорин В.А., Минеева Т.С.** Перспектива добычи лития из рудных и гидроминеральных месторождений Иркутской области 557
- Немчинова Н.В., Корягин В.Е.** Схема и основное оборудование для производства алюминиевых слитков 565
- Свинкин Н.А.** Взаимодействие молекул CO_2 и кластеров Al_4 , Al_3O , Al_4O : теоретическое исследование 576
- Файзрахманова А.А., Головачев Д.А., Айзина Ю.А.** Изучение влияния депрессорно-диспергирующих присадок на низкотемпературные характеристики дизельного топлива 583
- Фефелов М.М., Сысоев И.А.** Обзор технических решений для предварительного нагрева обожженных анодов при производстве алюминия 588

УДК:669.017

УДК: 669:620.193/.197

Выбор оптимального способа очистки конструктивных элементов энергетического оборудования от продуктов высокотемпературной и низкотемпературной коррозии

© Н.О. Тютрин, Е.А. Гусева, А.С. Куренов, П.А. Захаров, А.А. Патрушев

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

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ основных способов очистки поверхностей деталей энергетического оборудования от продуктов коррозионного износа. Рассмотрены следующие методы, применяемые в производстве: химический (очистка кислотами, щелочно-кислотное травление и применение преобразователей ржавчины), струйный, очистка с помощью фосфорной кислоты, применение ультразвука, электрохимические методы, сухая абразивная очистка (бластинг и криогенный бластинг), термическая очистка, очистка с помощью лазера. С использованием ряда параметров выполнено сравнение рассмотренных способов удаления продуктов коррозии. Выбор сделан в пользу лазерной очистки металлических поверхностей от коррозионных отложений. Изложены преимущества данного способа очистки. Приведены результаты лабораторных исследований, по результатам которых можно сделать вывод о неизменности структуры материала деталей, очищенных лазерным способом при правильно подобранных режимах. В результате эксперимента по удалению продуктов коррозионного износа было проведено хронометрирование операций лазерной очистки различных деталей. В результате сравнения полученных данных и нормативных значений трудозатрат, используемых на действующем предприятии, можно судить о значительном повышении производительности нового метода очистки и снижении себестоимости процесса. Подтверждена высокая экономическая эффективность рассматриваемого метода.

Ключевые слова: очистка от коррозии, лазерная очистка, высокотемпературная коррозия, низкотемпературная коррозия, подготовка к неразрушающему контролю, термический способ удаления коррозии

Selection of the optimal method for cleaning structural elements of power equipment from products of high-temperature and low-temperature corrosion

© Nikolai O. Tyutrin, Elena A. Guseva, Alexander S. Kurenov, Pavel K. Zakharov, Alexey A. Patrushev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article provides a comparative analysis of the main methods of cleaning the surfaces of power equipment parts from corrosion wear products. The article discusses the following methods used in production: chemical (cleaning with acids, alkaline-acid etching and the use of rust converters), jet, with the help of phosphoric acid, the use of ultrasound, electrochemical methods, dry abrasive cleaning (blasting and cryogenic blasting), thermal cleaning, and cleaning using a laser. Using a number of parameters the article compares the considered methods for removing corrosion products. The best method is laser cleaning of metal surfaces from corrosive deposits. The article states the advantages of this purification method and presents the results of a study confirming the invariability of the structure of the material of parts cleaned by the laser method with correctly selected modes. As a result of comparing the data obtained and the standard values of labor costs used at the operating enterprise, one can judge a significant increase in the productivity of the new cleaning method and a decrease in the cost of the process and confirm the high economic efficiency of the method under consideration.

Keywords: corrosion cleaning, laser cleaning, high temperature corrosion, low temperature corrosion, preparation for non-destructive testing, thermal corrosion removal

Поверхности деталей оборудования, применяемого в энергетической промышленности, активно подвергаются процессам корро-

зии во время эксплуатации как при температуре помещения, так и при повышенных температурах. Коррозионные процессы приводят

к изменениям в первую очередь в поверхностном слое: изменяется химический состав материала, ухудшается шероховатость, возможно появление концентраторов напряжений. Продукты коррозии в большинстве случаев прочно связаны с поверхностью металла. Особо следует отметить высокую степень адгезии, характерную для коррозии, возникшей в результате высокотемпературного воздействия [1–2]. В соответствии с правилами безопасного обслуживания энергетического оборудования требуется с определенной периодичностью проводить неразрушающий контроль (НК) состояния ответственных деталей и узлов. Для реализации основных способов НК, таких как ультразвуковой контроль, магнитопорошковая и цветная дефектоскопии, требуется поверхность, очищенная от продуктов коррозии. Внешний вид оборудования, подвергшегося коррозии, представлен на рис. 1.

Проблема очистки поверхностей от продуктов коррозионного износа изучалась по заданию акционерного общества «Иркутскэнергоремонт», на производственных площадках которого выполняется большой объем таких работ. В настоящее время на предприятии зачистка металла конструктивных элементов, поступающих в ремонт, выполняется механическими абразивными способами. Крупные корпусные детали, роторы зачищаются непосредственно в цехе при помощи ручного абразивного инструмента, тканевых шлифовальных шкур. Особые затруднения возникают при зачистке сложных поверхностей. Также применяется пескоструйная обработка, для выполнения которой требуется установка до-

полнительного шатрового ограждения. В отдельных случаях детали подвергаются пескоструйной очистке на открытом воздухе, но в этом случае возникает потребность в их транспортировке за пределы цеха и обратно. Каждый из перечисленных способов очистки в большей или меньшей степени не удовлетворяет требованиям предприятия с позиций затрат, производительности и наличия вредных производственных факторов.

Целью данной работы является выбор оптимального способа очистки поверхностей деталей энергетического оборудования, который мог бы быть применен на различных этапах производственного процесса: при входном контроле новых изделий, для ультразвукового контроля (и прочих видов НК) после механической обработки, а также после воздействия высоких температур для контроля состояния качества поверхности и подповерхностных слоев.

В настоящее время существует большое количество способов очистки металлической поверхности от продуктов коррозии. К ним относятся химические, термохимические, химикотермические, механические, термомеханические и др. [3–4]. Ниже представлены некоторые из них.

Химический способ очистки заключается в удалении продуктов коррозии путем травления химическими реагентами, такими как кислоты, щелочи, а также различные преобразователи ржавчины. Подобными способами чаще всего очищают листовую металл.

Процесс травления необходимо построить так, чтобы растворялась окалина, а сталь практически не реагировала с химикатами и



Рис. 1. Теплоэнергетическое оборудование, подвергшееся коррозии

разрушалась как можно меньше. Грамотный подбор травильных растворов позволяет это осуществить. Отметим, что продукты коррозии в виде окалина, которые образовались при низких температурах, удалить гораздо труднее, чем те, что сформировались при более высоких температурах.

Технология очистки травлением имеет несколько стадий: металлическая поверхность обезжиривается, затем листовой металл опускают в ванну с травящим раствором. Следующая операция заключается в том, что его обязательно промывают в проточной воде, при этом обрабатывают щетками для удаления остатков окалина и образовавшегося шлама, затем промывают в ванне с раствором щелочи для нейтрализации, после чего промывают теплой водой [5].

Травление серной кислотой нежелательно, т. к. сталь растворяется быстрее чем окалина, образовавшаяся на ее поверхности. Соляная кислота лучше подходит для травления, но она глубже проникает в поры, поэтому ее гораздо труднее нейтрализовать. При дальнейшей эксплуатации ее остатки вызывают коррозию металлического оборудования.

При травлении в результате реакции образуется водород. Он проникает вглубь металла и вызывает водородную хрупкость. Препятствовать этому можно применяя ингибиторы, которые замедляют растворение стали. Также помогает ограничение длительности воздействия кислоты на металл¹.

Применяется и комбинированное щелочно-кислотное травление для очистки кислотоупорных и нержавеющих сталей. Первым этапом такого травления является разрыхление окалина в 20–30 %-м расплаве едкого натра и 70–80 %-м азотнокислого натрия, температура процесса составляет приблизительно 500 °С. Далее следует стадия промывания в холодной воде, при которой разрыхленная окалина практически в полном объеме удаляется. Вторым этапом проводят травление в растворе серной кислоты и поваренной соли, температура процесса – 70 °С. Этот этап обеспечивает блестящую поверхность. Третьим этапом происходит пассивирование

в 30 %-м растворе азотной кислоты, температура процесса – около 50 °С.

Струйный способ очистки от коррозии сочетает механическое и химическое влияние на поверхность изделий из металла. При его применении очистка металлической поверхности производится струями раствора, который подается под давлением. При этом металлические изделия не погружают в травильную ванну.

С помощью фосфорной кислоты очистка поверхности применяется только если на ней присутствуют рыхлые, легко отделяемые продукты коррозионного воздействия. Окалину, которая плотно сцеплена с поверхностью, растворить практически невозможно. Таким способом очищают стальные изделия после холодной обработки давлением.

При борьбе с коррозионными отложениями в качестве средства интенсификации процесса возможно использовать ультразвук, что до 10 раз уменьшает время проведения мероприятий, при этом используются менее концентрированные растворы, следовательно их нужно реже корректировать и обновлять. Работы выполняются при невысоких температурах, что существенно облегчает удаление ржавчины или загрязнений.

Метод очистки металлических поверхностей при применении преобразователей ржавчины является химическим и используется, как правило, при подготовке поверхностей перед окрашиванием. Во время этого процесса происходит взаимодействие компонентов преобразователя с продуктами коррозии. Вследствие этого формируются химические соединения, которые обладают пассивирующими свойствами. Эти соединения улучшают защитные свойства покрытия, но при этом толщина слоя образовавшихся продуктов коррозии не должна превышать 150 мкм. Для отдельных видов красок компоненты преобразователя или соединения, образовавшиеся при взаимодействии с продуктами коррозии, одновременно являются и отвердителями.

Электрохимические способы тоже применяются для очистки поверхности от коррозии.

¹ ГОСТ 9 905-2007. Единая система от коррозии и ста-

рения. Методы коррозионных испытаний. М.: Стандартинформ, 2007.

Они ускоряют процесс травления и сокращают расход кислоты [6].

Применяются способы электролитического травления в различных растворах: щелочных, кислых и нейтральных. Очищаемые поверхности могут быть катодом, анодом или попеременно в одном процессе то анодом, то катодом.

При анодном травлении продукты коррозии удаляются с поверхности изделия в результате растворения металлической основы, которая находится под ними. В итоге насыщение водородом не происходит. В результате этой операции металлическая поверхность становится несколько шероховатой. Это способствует улучшению ее сцепления с наносимым покрытием.

Анодный способ применяется значительно чаще, чем катодный. Он используется для очистки листов, продукции проката и изделий из углеродистых и легированных сталей. В процессе обработки металлических изделий данным способом необходимо следить за тем, чтобы поверхность была равномерно протравлена и не допускать так называемой перетравленности. Однако этот метод обладает существенным недостатком – образованием труднорастворимого шлама, который очень плохо очищается.

Бластинг (сухая абразивоструйная очистка) заключается в многократных механических ударах с высокой кинетической энергией абразивного потока, который направлен на специально подготовленную поверхность. Абразив подается с применением центробежной силы, эжекции или сжатого воздуха. Эжектор представляет собой устройство, в котором происходит передача кинетической энергии от одной среды, движущейся с большей скоростью, к другой. Допустимо добавлять в воздушный поток некоторое количество воды для устранения пыльной составляющей.

Очистка при помощи сжатого воздуха достигается при подаче абразива в поток воздуха. Сопло направляется на поверхность, которую требуется очистить. Образующаяся воздушно-абразивная смесь имеет высокую скорость выхода из сопла. Абразив возможно впрыскивать в поток воздуха из находящейся под давлением емкости или непосредственно увлекать воздушным потоком в процессе вса-

сывания из емкости, которая под давлением не находится. Для очистки данным способом можно применять дробеструйные аппараты.

Центробежную абразивную струйную очистку проводят на устройствах неподвижных или в передвижных установках.

При использовании абразивной струйной очистки с вакуумом или всасывающей головкой сопло находится внутри всасывающей головки. Головка закреплена герметично на металлической поверхности, которая подвергается очищению. Также головка собирает отработанный абразив и загрязнения. Это отличает данный способ от абразивной струйной очистки сжатым воздухом. Если воздушно-абразивный поток подается на очищаемую поверхность за счет эжекции, т. е. при использовании пониженного давления во всасывающей головке, то такой способ очистки называется вакуумным бластингом.

Существует также способ криогенного бластинга, который имеет технологическое сходство с пескоструйной обработкой. В основу техпроцесса очистки сухим льдом положен принцип струйного распыления гранул сухого льда. Он представляет собой твердую фазу двуоксида углерода CO_2 . Это соединение инертно во многих отношениях, нетоксично, не имеет цвета, вкуса и запаха, не проводит электричество, не воспламеняется. Давление, используемое при этом методе, составляет от 7 до 14 бар и зависит от применяемого оборудования.

Гранулы сухого льда подаются на очищаемую поверхность при помощи сжатого воздуха. Скорость подачи близка к скорости звука. Температура гранул сухого льда составляет $-79\text{ }^{\circ}C$. Соответственно, соударяясь с поверхностью, гранулы очень сильно ее охлаждают. Слой продуктов коррозии становится хрупким, сильно понижается их сцепление с поверхностью. Сам сухой лед меняет агрегатное состояние (испаряется). Это является очень важным преимуществом применения данной технологии [7].

Очистка металлической поверхности от загрязнений с помощью нагрева называется термической очисткой. Она основана на разнице коэффициентов линейного теплового расширения непосредственно металла и пленки, состоящей из продуктов коррозии.

При нагреве поверхности происходит отслаивание загрязнений, которые в дальнейшем смываются водой или сдуваются воздухом [8].

В качестве заметного и перспективного способа термической очистки следует указать очистку лазером [9–10]. Лазеры являются генераторами света. Принцип действия основан на усилении с помощью индукционного излучения атомов электромагнитных колебаний. Лазерное излучение распространяется достаточно узким пучком, оно монохромно. Ему присуща очень высокая концентрация энергии.

Короткие импульсы направляются в загрязненный слой. Поглощенная энергия способствует мгновенному распаду коррозионных отложений. В дальнейшем эти разложившиеся остатки удаляются с помощью воздуха или очищаются механически. Наилучшим образом металлические поверхности очищаются от таких материалов, как резина, краски, изоляция, лак, сажа и т. д.

При применении высокочастотного лазера загрязненный слой в результате так называемого термического удара нагревается с высокой скоростью и отслаивается. При этом температуры, производимой лазером, не хватает, чтобы расплавить или повредить металлическую основу. Происходит качественная очистка любой поверхности, изделие можно подвергать дальнейшей эксплуатации.

Лазер очень прост и удобен в процессе эксплуатации. Лазерная очистка успешно конкурирует с всеми другими видами промышленной очистки металлических поверхностей. Его преимущество в том, что он не повреждает очищаемую металлическую поверхность. Прочие способы очистки в большей или меньшей степени частично воздействуют на

металлическую основу. У данного вида очистки есть широкая возможность изменять мощность излучения и, соответственно, режимы обработки. К преимуществам можно отнести очистку поверхности любой сложности, возможность удаления различных типов загрязнений, не повреждается металлический слой, расходуется только электроэнергия, можно очищать локальные участки и проч. Лазер применяется для очистки от коррозионных отложений, для удаления оксидов, для обезжиривания, для очистки сварных швов, для очистки непрерывно работающего оборудования, для удаления лакокрасочных материалов, для удаления лака, применяемого для защиты и многое другое.

В табл. приведен сравнительный анализ различных способов очистки металла от загрязнений.

В результате сравнения различных методов, которые могли быть использованы для очистки деталей от коррозии как высокотемпературного, так и низкотемпературного происхождения, особый интерес заслуживает способ лазерного удаления продуктов коррозионного износа, как способ в максимальной степени лишенный недостатков, характерных для традиционных методов.

Указанный способ был опробован на производственной площадке с использованием специализированной лазерной установки и типовых деталей, очищаемых на предприятии от коррозии. На рис. 2 представлены результаты очистки.

Для того чтобы исключить вероятность закаливания очищаемой поверхности также было проведено исследование. С этой целью выполнено сравнительное измерение твердости

Таблица. Сравнительный анализ различных способов очистки поверхности

Метод очистки	Объем вторичных загрязнений	Расходные материалы	Очистка мелких и хрупких деталей	Без механических повреждений	Мобильность	Безопасно для окружающей среды	Минимальная спецодежда
Лазерный	снижается	эл/энергия	да	да	да	да	да
Пескоструйный	растет	песок и воздух	да	–	–	да	–
Химический	растет	реагенты	да	да	да	–	–
Механический	не изменяется	абразивы	да	–	да	да	да
Сухим льдом (криобластинг)	не изменяется	лед и воздух	да	–	да	–	да
Водоструйный	растет	вода	–	да	–	да	–



Рис. 2. Примеры очищаемой поверхности

двух локальных участков поверхности детали, один из которых был очищен с применением специальной лазерной установки, другой – вручную, с использованием абразивной шкурки. По результатам ряда измерений было установлено, что твердость обоих участков одинаковая.

Вывод

Использование лазера целесообразно, так как обеспечивается:

- высокое качество очищаемой поверхности (не повреждается основная поверхность);
- низкое количество расходных материалов;

- высокая скорость очистки;
- практически полное отсутствие пыли и отходов;
- качественно производится очистка сложных профилей поверхности;
- достаточные безопасность и экологичность метода;
- компактность и мобильность применяемого оборудования.

Метод лазерной очистки поверхностей деталей от продуктов коррозионного износа может быть рекомендован для дальнейшего практического изучения в целях использования на предприятиях энергетической отрасли.

Список источников

1. Жук Н.П. Курс коррозии и защиты металлов. М.: Металлургия, 2016. 404 с.
2. Орлов П.С. Предупреждение межкристаллитной коррозии металла паровых котлов // Вестник АПК Верхневолжья, 2008. № 2. С. 62–67.
3. Неверов А.С. Коррозия и защита материалов. М.: Форум, 2013. 221 с.
4. Баранов А.Н. Основы антикоррозионной защиты оборудования и сооружений. Иркутск: ИРНТУ, 2018. 214 с.
5. Навороцкий Г.А. Холодная объемная штамповка. М.: Машиностроение, 1973, 496 с.
6. Гареев А.Г., Насибуллина О.А., Ризванов Р.Г. Исследование водородного охрупчивания металла, приводящего к разрушению металлоконструкции // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. № 1. С. 107–115. [Электронный ресурс]. URL: <http://ntj-oil.ru/article/view/4834> (24.02.2023).
7. Баранов А.Н., Янченко Н.И., Гусева Е.А. Электрохимические методы исследований образцов трубопроводных энергетических систем, подвергнутых противокоррозионной обработке // Системы. Методы. Технологии. Братск: БрГУ, 2012. № 4. С. 127–130. [Электронный ресурс]. URL: https://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number16/127-130.pdf (20.02.2023).
8. Зарубина Л.П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита: материалы, технологии, инструменты и оборудование. М: Инфра-Инженерия, 2015. 219 с.
9. Звелто Орацио Принципы лазеров. СПб.: «Лань», 2008. 720 с.
10. Вейко В.П., Кишалов А.А., Мути Т.Ю., Смирнов В.Н. Перспективы промышленных применений лазерной очистки материалов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 3. С. 50–54. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-industrialnyh-primeneniy-lazernoy-ochistki-materialov/viewer> (13.02.2023).

Информация об авторах / Information about Authors

Николай Орестович Тютрин,
доцент,
кафедра материаловедения, сварочных и
аддитивных технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г.Иркутск, ул.Лермонтова 83,
Российская Федерация
tno73@yandex.ru

Елена Александровна Гусева,
доцент,
кафедра материаловедения, сварочных и
аддитивных технологий
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
el.guseva@rambler.ru

Алексей Алексеевич Патрушев,
студент,
кафедра материаловедения, сварочных и
аддитивных технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
patrushev.02@inbox.ru

Павел Константинович Захаров,
студент,
кафедра материаловедения, сварочных и
аддитивных технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
houston.1995@mail.ru

Александр Сергеевич Куренов,
студент,
кафедра материаловедения, сварочных и
аддитивных технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dimaleonov26@mail.ru

Nikolai O. Tyutrin,
Cand. Sci. (Technics)
Associate Professor,
Department of Materials Science, Welding and Additive
Technologies,
Irkutsk National Research Technical University
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
tno73@yandex.ru

Elena A. Guseva,
Cand. Sci. (Technics)
Associate Professor,
Department of Materials Science, Welding and Additive
Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
el.guseva@rambler.ru

Alexey A. Patrushev,
Student,
Department of Materials Science, Welding and Additive
Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
patrushev.02@inbox.ru

Pavel K. Zakharov,
Student,
Department of Materials Science, Welding and Additive
Technologies
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
houston.1995@mail.ru

Alexander S. Kurenov,
Student,
Department of Materials Science, Welding and Additive
Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
dimaleonov26@mail.ru

Информационная безопасность в сфере физической культуры и спорта

© М.М. Кривых, Л.Д. Рыбина

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

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос внедрения информационных технологий в сферу физической культуры и в спортивную индустрию, их влияния на достижения спортсменов, а также их важности для компаний-разработчиков. Инновационные устройства и приборы записывают, хранят и обрабатывают важную информацию о состоянии здоровья спортсменов и соревнованиях. Однако технологии и обрабатываемая ими информация нуждаются в защите от мошенников, которые могут использовать эту информацию в своих целях. В статье информационные технологии анализируются как объекты информации в спортивной сфере. Подробно изучаются проблемы информационной безопасности в области физической культуры и спорта, исследуются каналы возможной утечки информации, наносящей материальный и моральный ущерб профессиональным клубам, спортивным федерациям, ассоциациям и компаниям, производящим спортивные товары и экипировку. Классифицируются методы и меры защиты от несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, необходимые для предотвращения ее раскрытия или искажения. Рассматривается проблема необходимости внедрения в различные организации, связанные с индустрией спорта, отделов, занимающихся вопросами защиты информации, а также аутсорсинг специалиста по информационной безопасности, если возможность создания таких отделов отсутствует.

Ключевые слова: информационная безопасность, информационные технологии, физкультура, спорт, защита данных, конфиденциальность

Information Security in the Field of Physical Culture and Sports

© Maria M. Krivых, Lyudmila D. Rybina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the issue of introducing information technologies into the field of physical culture and the sports industry, their impact on the achievements of athletes, as well as their importance for development companies. Innovative devices record, store and process important information about the health of athletes and competitions. However, technologies and the information they process need to be protected from fraudsters who can use this information for their own purposes. The article analyzes information technologies as objects of information in the sports sphere: problems of information security in the field of physical culture and sports; channels of possible leakage of information causing material and moral damage to professional clubs, sports federations, associations and companies producing sporting goods and equipment; methods and measures of protection against unauthorized access to confidential information necessary to prevent its disclosure or distortion; the need to introduce departments dealing with information security issues in various organizations related to the sports industry, as well as outsourcing an information security specialist, if there is no possibility of creating such departments.

Keywords: information security, information technology, physical education and sports, data protection, confidentiality

Введение

В настоящее время информатизация общества изменила образ и качество жизни населения всей планеты и обозначила проблему безопасности информации во всех областях деятельности человека, при этом физкультура и спорт не стали исключением. Из-за лавинообразного роста информатизации и непрекращающегося постоянного совершенствования информационных технологий риск

утечки информации значительно возрос, а возможные последствия грозят серьезным материальным и моральным ущербом ее обладателям [1].

Целью исследования является определение основных направлений в области защиты информации в сфере физкультуры и спорта, всестороннее изучение существующих, возможных и предполагаемых каналов утечки и имеющихся методик и средств обеспечения

ее безопасности. Достижение поставленной цели осуществлялось применением общенаучных методов исследования в рамках сравнительного, логического и статистического анализа и анализа различных источников для получения максимально точной информации.

Результаты исследования и их обсуждение

Распоряжением Правительства РФ № 3081-р от 24.11.2020 г. была утверждена «Стратегия развития физической культуры и спорта РФ до 2030 года»¹, одной из значимых задач которой стало внедрение в эту область цифровых технологий. Целью Правительства является интеграция 70 % субъектов физической культуры и спорта в РФ в единую цифровую платформу к 2030 году².

Цифровые технологии довольно успешно применяются во всех видах спорта. Исследование поведения спортсмена и его активности позволяют применять наиболее современные наработки и инновации (IT-технологии) в спорте, которые помогают менеджерам и тренерам организовывать тренировочные процессы, отдых и восстановление с наибольшей эффективностью, а также сокращать продолжительность посттравматической реабилитации и создавать защитные барьеры к распространению допинга. В свете основных направлений по дальнейшему развитию информационных технологий в сфере физической культуры и спорта выделяют персонализацию всех сервисов путем интеграции с порталами оказываемых государственных услуг в России [2].

Использование современных цифровых и инновационных технологий не стало прерогативой только «большого» спорта, они также встречаются на уроках физкультуры в школах и университетах, в спортивных секциях и на любительских тренировках. Информация, собираемая в реальном времени с помощью информационной системы «Спорт России», помогает в оптимизации тренировочных процессов спортсменов, в выборе оптимальных ре-

жимов выступлений, отдыха или восстановления с повышением силовых и скоростных показателей любых возрастных категорий и спортивных групп. В основе инновационных разработок современного спорта лежит использование сверхточных технологий электронных устройств и применение прогрессивных наработок в сфере ИКТ².

С использованием современных цифровых технологий особенно актуальным стал вопрос информационной безопасности не только в области физической культуры и спорта, но и общества в целом, в связи с чем 27.07.2006 г. был принят Федеральный закон № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

В процессе проведения исследования рассматривались возможные объекты информации и сведения, имеющие непосредственное отношение к спорту, нарушение безопасности которых может принести ущерб их владельцам.

Каждая фирма-производитель спортивных товаров пытается максимально усовершенствовать технические характеристики своей продукции, чтобы спортсмены добивались самых высоких результатов, поскольку именно оборудование может послужить основополагающим моментом при распределении призовых мест. Цифровые и современные инновационные технологии в разработке спортивного оборудования и инвентаря становятся предметом интереса конкурентов и причиной утечки конфиденциальной информации в этой области. В связи с этим компаниям приходится тратить довольно много денег, чтобы предотвратить утечку технологий производства своей продукции.

Использование инновационных технологий в спорте, например, при экипировке спортсменов, обусловлено требованием использования специальных высокотехнологичных материалов для обуви и одежды в профессиональном спорте для получения высоких результатов [2]. Передовыми брендами,

¹Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ 24.11.2020 г. № 3081-р.

²Современный спорт и информационные технологии // Инновационные технологии Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. URL: <http://www.inteeu.com/2020/10/18/informatsionnye-tehnologii-v-sovremennom-sporte/> (01.11.2022).

обеспечивающими выдающиеся результаты на стадионах и открытых площадках, являются такие лидеры рынка, как Adidas, RadiateAthletics, Nike, Vibram и др. Эти корпорации разрабатывают модели для таких индивидуальных видов спорта, как бег на длинные и короткие дистанции, футбол, баскетбол, большой теннис и велоспорт. При этом в специальных лабораториях и научно-исследовательских центрах проводится анализ, тестирование и наладка каждой модели, причем тестирование проводится только в реальных условиях корта или беговой дорожки с акцентом не только на динамические или ортопедические характеристики моделей обуви, но и с учетом индивидуальных особенностей каждого тестируемого спортсмена [4, 10]. Так, например, специальные кроссовки с измерительным оборудованием и датчиками уже давно стали обычным делом для большого количества спортсменов всего мира. Датчики замеряют и отправляют данные по распределению веса и усилий при каждом движении в реальном времени, а поступающая информация способствует улучшению показателей каждого спортсмена, делая его движения наиболее эффективными.

Еще одним удачным примером использования современных технологий при создании спортивной обуви являются кроссовки с подсветкой подошвы. Использование такой специальной обуви позволяет спортсменам безопасно тренироваться в темное время суток, делая их хорошо видимыми для водителей проезжающих транспортных средств. Также удачным примером использования IT-технологий в командных видах спорта стали «умные» мячи, скакалки и гантели³.

Спортивным сообществам известна линейка Adidas miCoach, концепция которой включает в себя интеллектуальную программу по рационализации тренировочного режима спортсменов с использованием «умных» кроссовок с уникальными датчиками-чипами, которые собирают данные и анализируют статистику спортсменов. С помощью программного продукта Adidas miCoach Elite, тренерский со-

став в реальном времени следит за физическим состоянием игроков и за их активностью на поле по техническим показателям (по скоростным и силовым качествам, по координате на поле, по силе удара по мячу и его скорости, а также по другим игровым параметрам). Этот программный пакет собирает, обрабатывает и хранит информацию, поступающую с футбольных полей. Информация собирается с многочисленных датчиков, расположенных на травяном газоне, «умном» мяче Smart Ball или закрепленных на футбольной форме игроков. «Умный» мяч от Adidas позволяет улучшать качество техники и ударов футболистов, повысить точность передач во время матча, учитывая индивидуальные особенности тестируемого спортсмена. «Умные» гантели анализируют и рассчитывают количество сгоревших калорий во время каждого упражнения и отображают информацию с помощью системы цветной подсветки.

Современные цифровые технологии имеют большую популярность в системах видеозаписи и видеонаблюдения, позволяющих не только точно определять пересечение мячом линии ворот, но и дают возможность борьбы с терроризмом во время массовых спортивных мероприятий⁴. Системы фотофиниша стали применяться на стадионах, беговых и велосипедных дорожках в России достаточно давно, однако с помощью современных технологий можно зафиксировать контрольную линию шириной в один пиксель.

Множество различных технологий уже активно используется в жизни спортсменов. Инновационные устройства и приборы играют весомую роль в спортивных достижениях, т. к. хранят и обрабатывают важную информацию о состоянии здоровья спортсменов и соревнованиях. Однако технологии и обрабатываемая ими информация нуждаются в защите от злоумышленников.

Основная угроза для безопасности информации ограниченного доступа заключается в том, что происходит утечка по техническим каналам, что означает, что информационный сигнал от его источника через физическую

³Современный спорт и информационные технологии // Инновационные технологии Евразийского экономиче-

ского союза [Электронный ресурс]. URL: <http://www.in-teeu.com/2020/10/18/informatsionnye-tehnologii-v-sovremennom-sporte/> (01.11.2022).

среду бесконтрольно передается на технический носитель, который перехватывает информацию [5].

Технические каналы утечки информации (ТКУИ) подразделяются на:

- естественные ТКУИ (электромагнитные и электрические), возникающие из-за побочного электромагнитного излучения и наведения информационных сигналов;
- специально созданные ТКУИ, путем «высокочастотного облучения» компьютерной техники и внедрения в них устройств электронного перехвата (embedded devices) [6].

В практической деятельности применяются различные групповые методы защиты, а именно:

- препятствование в получении информации предполагаемому похитителю физическими и программными средствами;
- управление или воздействие на элементы защищаемой системы;
- маскирование или преобразование данных криптографическими методами;
- регулирование или разработка нормативных правовых актов и комплекса мер, направленных на поощрение пользователей, взаимодействующих с базами данных, к надлежащему поведению;
- принуждение пользователя и создание ему условий, при которых он будет вынужден соблюдать правила обработки данных; побуждение или создание условий, мотивирующих пользователя вести себя должным образом⁴.

Любой из существующих методов защиты информации можно реализовать, используя организационные и технические средства. Разработкой комплекса организационных средств защиты информации должна заниматься служба безопасности компании [5, 6].

При этом должностные обязанности специалистов службы безопасности должны включать в себя: разработку внутренней документации (внутренних регламентов), устанавливающих порядок и правила работы с компьютерной техникой и конфиденциальной информацией; проведение инструктажей и периодических проверок персонала на предмет соблюдения этих правил; инициирование под-

писания с сотрудниками компании дополнительных соглашений к трудовым договорам с указанием ответственности за разглашение или неправомерное использование информации, доступ к которой эти сотрудники имеют; разграничение зон ответственности для исключения возникновения ситуаций, при которых особо ценные базы данных находятся в распоряжении одного из сотрудников; организацию работы в общих программах управления документами (документооборота) и исключение риска хранения критических файлов вне сетевых дисков; внедрение программных продуктов, защищающих базы данных от копирования или уничтожения любым пользователем, включая высшее руководство организации; составление планов восстановления системы в случае сбоя по любой причине [5].

Если компания не имеет службу информационной безопасности, то тогда единственный выход – аутсорсинг специалиста по безопасности. Удаленный сотрудник сможет провести аудит IT-инфраструктуры компании с рекомендациями по ее защите от внешних и внутренних угроз. Аутсорсинг в области информационной безопасности также предполагает использование спецпрограмм, защищающих корпоративную информацию⁵.

При этом группа технических средств защиты информации объединяет в себе аппаратные и программные средства, основными из которых являются:

- резервное копирование и удаленное хранение особо ценных баз данных в компьютерной системе на регулярной основе;
- дублирование всех сетевых подсистем, особо значимых для безопасности данных;
- наличие возможности перераспределения сетевых ресурсов в случае неисправности отдельных элементов;
- наличие возможности использования резервных систем электроснабжения;
- отсутствие риска повреждения оборудования огнем или водой;
- программное обеспечение, защищающее массивы данных и другую информацию от несанкционированного доступа [5, 6].

Комплексные технические мероприятия

⁴ Способы защиты информации // SEARCHINFORM [Электронный ресурс]. URL: <https://searchinform.ru/>

informatsionnaya-bezopasnost/zaschita-informatsii/sposoby-zaschity-informatsii/ (01.11.2022).

также обеспечивают физическую недоступность объектов компьютерной сети, например, оснащение помещений видеокамерой и сигнализацией. Каждый из существующих методов защиты информации может быть реализован с использованием организационных и технических средств, при этом идентификацию и аутентификацию также повсеместно используют с целью защиты от несанкционированного доступа к информации.

Идентификация является механизмом присвоения уникального имени или изображения пользователю, контактирующему с информацией. Аутентификация – проверка подлинности через сравнение пароля, введенного пользователем, с паролем, сохраненным в базе данных. Целью применения этих средств является предоставление, либо запрещение доступа к информации. Объектом аутентификации может быть не только человек, но и техническое средство (компьютер, монитор, носитель информации) или данные. Самым простым способом защиты информации является введение пароля.

Заключение

В России, как и во многих странах мира, современные цифровые и инновационные технологии стали использоваться не только в «большом» спорте, но и на уроках физкультуры в вузах, в среднеобразовательных школах, в спортивных секциях и на простых любительских тренировках. Информация собирается в режиме реального времени через информационную систему «Спорт России», что помогает оптимизировать тренировочный процесс спортсмена, выбрать оптимальный режим его выступления, отдыха и восстановления и повысить силовые и скоростные показатели.

Основные лидеры мирового рынка Adidas, RadiateAthletics, Nike, Vibram разрабатывают модели для индивидуальных видов спорта – бега на длинные и короткие дистанции, футбола, баскетбола, большого тенниса и велоспорта с использованием передовых иннова-

ционных технологий и материалов, что способствует достижению выдающихся результатов на стадионах и открытых площадках.

Для дальнейшего успешного развития информационных и передовых инновационных технологий в сфере физической культуры и спорта в России необходимо персонифицировать все сервисы, как минимум, через 70 %-ную интеграцию с порталами Российских государственных услуг в единую цифровую платформу к 2030 году.

На мировой спортивной арене причиной утечки конфиденциальной информации стало использование цифровых и инновационных технологий в разработках спортивного оборудования и инвентаря, при этом основную угрозу безопасности информации ограниченного доступа составляет утечка информации по техническим каналам – естественным (электромагнитным и электрическим) и специально создаваемым через высокочастотное облучение компьютерной техники и внедрения в них устройств электронного перехвата (embedded devices).

Для защиты информации используется группа технических средств, объединяющих в себе аппаратные и программные средства, такие как регулярное резервное копирование и удаленное хранение особо ценной информации; дублирование всех сетевых подсистем; перераспределение всех сетевых ресурсов при неисправности отдельных их элементов; использование резервных систем электроснабжения; качественное программное обеспечение, защищающее информацию от несанкционированного доступа.

Комплексные технические мероприятия также обеспечивают физическую недоступность объектов компьютерной сети (оснащение помещений видеокамерой и сигнализацией). Любой из применяемых методов защиты информации реализуется с помощью организационных и технических средств. С целью исключения неправомерного доступа к информации используют такие способы, как идентификация и аутентификация.

Список источников

1. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам. М.: Феникс, 2015. 416 с.
2. Гусев К.А., Алдошин А.В. Современные технологии в сфере спортивной подготовки // Наука-2020. 2022. № 1. С. 157–162.
3. Бальсевич В.К. Научное обоснование инновационных преобразований в сфере физической культуры и спорта. М.: Высшая школа, 2009. 381 с.
4. Таскин Р.И., Мишнева С.Д., Симонова И.М. Использование современных информационных технологий в спорте // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы IV международной науч.-практ. конф. (г. Екатеринбург, 27 февраля 2015 г.). Екатеринбург, 2015. С. 124–131.
5. Абдыраева Н.Р., Турсунбаев Ф.С., Жумабай У.Н. Современные способы и средства защиты информации // Бюллетень науки и практики. 2022. № 4. С. 426–431.
6. Хорев А.А. Технические каналы утечки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники // Специальная Техника. 2010. № 2. С. 16–20.
7. Попова А.Ф., Мосеева Л.И., Лобашова А.А. Информационное пространство спортивного менеджмента: формирование, обеспечение безопасности // Здоровоохранение, образование и безопасность. 2019. № 1. С. 39–50.
8. Кокоулина О.П. Информационные технологии в сфере физической культуры и спорте // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2017. С. 235–245.
9. Корельская И.Е., Варенцова И.А., Афанасенкова И.В., Погожева О.П. Инновационно-технологический подход в преподавании оздоровительной физической культуры // Физическая культура и спорт в системе образования. Инновации и перспективы развития. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2020. С. 134–140.
10. Серов С.В. Направления развития информационных технологий в области физической культуры и спорта // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 14. С. 45–49.

Информация об авторах / Information about the Authors

Кривых Мария Михайловна,
студент,
Институт информационных технологий и анализа
данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
mhxe@mail.ru

Maria M. Krivykh,
Student,
Institute of Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
mhxe@mail.ru

Рыбина Людмила Дмитриевна,
старший преподаватель кафедры физической
культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
rybina.liuda2016@yandex.ru

Lyudmila D. Rybina,
Senior Lecturer,
Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
rybina.liuda2016@yandex.ru

Развитие распределенной генерации в России

© Н.А. Иванов¹, 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 результаты ретроспективного и перспективного анализа состояния и развития российской электроэнергетики. Статистические данные по объемам производства электроэнергии показывают, что наибольший объем электрической энергии вырабатывается на электростанциях, входящих в единую энергетическую систему страны. Развитие распределенной генерации в российской электроэнергетике практически находится на начальном этапе и в основном реализуется в изолированных энергосистемах и на отдельных промышленных предприятиях. Вместе с тем в последние годы в России более активно начинают внедряться в жизнь объекты так называемой «зеленой энергетики» – солнечные, ветровые электростанции, малые и микрогидроэлектростанции. Их доля в общем объеме производства электроэнергии пока еще составляет 2,5–3 %, но в ближайшей перспективе, в 2024 г., уже должна увеличиться в полтора раза. Программы развития электроэнергетики России до 2030–2035 гг. предполагают еще более существенное развитие возобновляемой электроэнергетики. С ее участием и активным развитием распределенной генерации по другим направлениям потенциально возможно обеспечить к концу данного периода до 50 % вырабатываемой электроэнергии именно установками распределенной генерации. Однако за многие десятилетия развития отечественной энергетики сложилась устойчивая тенденция по выработке электроэнергии крупными энергетическими компаниями, конкурировать с которыми субъектам распределенной генерации крайне сложно. Поэтому необходимо на уровне изменения государственной энергетической политики продвигать направление развития распределенной генерации, обладающей и большей гибкостью в сравнении с централизованным энергоснабжением и рядом преимуществ, а также огромным потенциалом по выработке электроэнергии.

Ключевые слова: распределенная генерация, электроэнергетика, возобновляемые источники электроэнергии, единая энергетическая система

Distributed Generation Development in Russia

© Nikita A. Ivanov¹, 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 results of a retrospective and prospective analysis of the state and development of the Russian electric power industry. Statistical data on the volume of electricity production show that the largest amount of electric energy is generated at power plants that are part of the unified energy system of the country. The development of distributed generation in the Russian electric power industry is practically at the initial stage, and is mainly implemented in isolated power systems and at individual industrial enterprises. At the same time, in recent years, so-called "green energy" facilities - solar, wind power plants, small and micro hydroelectric power plants - have been more actively introduced into life in Russia. Their share in the total volume of electricity production is still 2.5-3%, but in the near future, in 2024, it should already increase by one and a half times. The programs for the development of the Russian electric power industry until 2030-2035 suggest an even more significant development of the renewable electric power industry. With its participation and the active development of distributed generation in other areas, it is potentially possible to provide up to 50% of the electricity generated by distributed generation plants by the end of this period. However, over many decades of the development of domestic energy, there has been a steady trend in the generation of electricity by large energy companies, with which it is extremely difficult for distributed generation entities to compete. Therefore, it is necessary to promote the direction of development of distributed generation at the level of changes in state energy policy, which has greater flexibility in comparison with centralized energy supply and a number of advantages, as well as a huge potential for electricity generation.

Keywords: distributed generation, electric power industry, renewable energy sources, unified energy system

Введение

В пределах прошлого столетия развитие электроэнергетики шло по пути наращивания

мощностей отдельных электростанций и повышения уровня напряжения линий электропередачи, в связи с чем при передаче той же

величины мощности за счет меньшего тока в линиях снижались потери электроэнергии, и тем самым происходило повышение энергетических показателей сетей. Большая протяженность России по всем направлениям привела к необходимости объединения мощных электростанций и электрических сетей в территориальные энергосистемы и затем в единую энергетическую систему (ЕЭС) страны. Для управления и обслуживания региональных энергосистем были организованы энергетические компании по территориальному признаку, которые контролируют все процессы – от технологического управления режимами работы всех электроустановок до их ремонта и обслуживания [1].

В конце прошлого столетия возникла тенденция к организации и использованию источников электроэнергии не столь большой мощности на территории отдельных потребителей, в основном крупных промышленных предприятий. Эти источники получили наименование «распределенная генерация» (РГ) [2–7]. Современный уровень развития технологии управления источниками электроэнергии и передающими сетями привел к возможности совместного использования распределенной генерации и централизованного энергоснабжения и даже ставит вопрос о возможности замены последнего на развитую систему РГ.

Технология распределенной генерации

Технология РГ заключается в размещении источников электроэнергии, входящих в состав этой системы, у потребителя. Расчетная мощность данных источников должна соответствовать совокупной потребной мощности электроприемников предприятия или организации и зависит от степени их участия в технологическом процессе. При этом потребитель электроэнергии по-прежнему остается подключенным к централизованной системе электроснабжения.

Различают такие разновидности источников системы РГ, как:

- газопоршневые, газотурбинные, микро-турбинные электростанции;
- тепловые насосы;
- паровые котлы;

- возобновляемые источники энергии;
- топливные элементы;
- когенерационные установки (КГУ).

В процессе функционирования системы РГ могут возникать ситуации с недостатком или избыточностью объема вырабатываемой электроэнергии, т. к. технологический процесс подразумевает неодновременное использование электроприемников предприятия, а также их периодическую работу не на полную мощность. В таких ситуациях оправдано подключение системы электроснабжения объекта к общей сети, из которой будет осуществляться подпитка сетей предприятия в первом случае, а также возможна выдача излишне вырабатываемого объема ЭЭ в централизованную сеть во втором случае. Такое размещение источников РГ и взаимобмен ЭЭ обеспечивает:

- минимальные потери электроэнергии в системе электроснабжения потребителя;
- экономичность организации системы централизованного электроснабжения;
- снижение ущерба для потребителя в случае аварийной ситуации в общей сети питания;
- обеспечение резервирования мощности для сети потребителя;
- существенное снижение вредного влияния на окружающую среду при использовании источников возобновляемой энергетики;
- получение дополнительной прибыли от возможной выдачи излишней ЭЭ в общую сеть [8].

Таким образом, распределенная генерация повышает уровень надежности, безопасности и экономичности электроснабжения потребителей.

Развитие ЕЭС России

С началом специальной военной операции на Украине российская экономика столкнулась с давлением со стороны ряда стран, включая санкции и ограничения в отношении целого ряда отраслей, а также отказ многих крупных международных компаний продолжать бизнес в России [9]. Однако энергетический рынок оказался весьма устойчивым к введенным санкциям, что остается одним из главных феноменов в российской экономике в 2022 г.

Потребление электроэнергии в ЕЭС России в 2022 г. выросло на 1,6 % по сравнению с данными за 2021 г. Динамика электропотребления в 2022 г. по отношению к 2021 г. на 10 ноября 2022 г. представлена на рис. 1.

Вместе с тем, за 10 месяцев 2022 г. снизились объемы ввода новых генерирующих объектов на 1,61 ГВт, что в 2,6 раза меньше, чем за аналогичный период предыдущего года.¹

Составление перспективного баланса ЭЭ на последующие периоды всегда учитывает итоги социально-экономического развития страны за предыдущие периоды. Так, с учетом данных о производстве и потреблении электроэнергии за 2022 г., определен потенциальный для ЕЭС России возрастающий объем потребной к производству ЭЭ в 2028 г. – 1176,6 ТВт·ч. Согласно прогнозу, среднегодовой прирост потребления ЭЭ с 2022 г. по 2028 г. составит 1,1 %, и выйдет на общий уровень повышения относительно 2022 г. на 7,9 %.

Стоит отметить, что особенно заметным будет рост спроса на потребление ЭЭ в 2023–2025 гг. Прежде всего это вызвано реконструкцией инфраструктуры и расширением Транссибирской и Байкало-Амурской железных дорог и запланированной на эти годы реализацией других крупных инвестиционных проектов в различных отраслях экономики России².

Прогноз спроса на электрическую энергию

по ЕЭС и объединенным территориальным энергосистемам (табл. 1) до 2028 г. сформирован с использованием ретроспективных данных о потреблении ЭЭ и с учетом анализа заявленной потребителями мощности и утвержденных к текущему моменту технических условий по реализации новых проектов и заключенных договоров на технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии к электрическим сетям.

В 2022 г. по объектам электросетевого хозяйства были осуществлены следующие мероприятия:

- завершена реконструкция подстанции (ПС) 500 кВ Пахра;
- завершено строительство (реконструкция) более 40 объектов 220–330 кВ, в том числе ПС 330 кВ Менделеевская, ПС 220 кВ Тютчево;
- запланировано завершение этапа реконструкции ПС 500 кВ Тихорецк (ликвидация «узкого» места);
- запланировано завершение работ по более 10 объектам 220–330 кВ, в том числе ВЛ 220 кВ Тында – Лопча;
- реализовано 42 согласованных АО «СО ЕЭС» технических условия (ТУ) на трансформаторные подстанции (ТП) суммарной максимальной мощностью 568 МВт³.

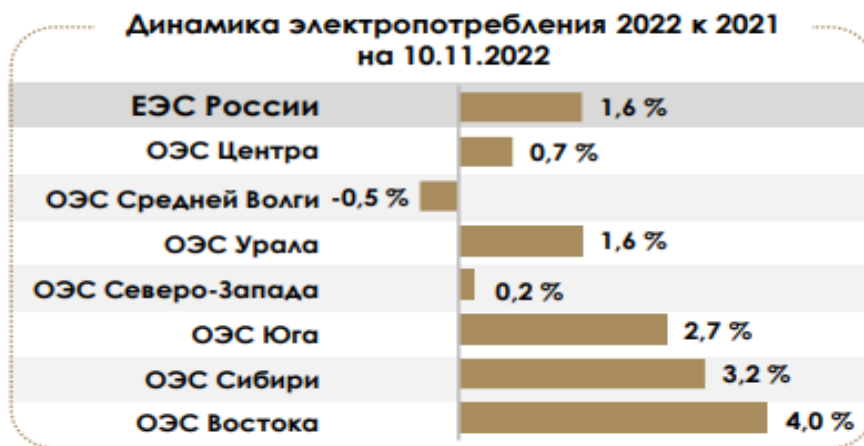


Рис. 1. Динамика электропотребления в 2022 по отношению к 2021 на 10.11.2022 г.

¹ Отчет о функционировании ЕЭС России в 2022 году (на основе оперативных данных). 4 с.

² Приказ Минэнерго России от 28.02.2023 № 108 «Об утверждении схемы и программы развития электро-

энергетических систем России на 2023–2028 годы». 120 с.

³ Отчет о функционировании ЕЭС России в 2022 г. (на основе оперативных данных). 4 с.

Таблица 1. Прогноз спроса на электрическую энергию по ЕЭС России, а также по ОЭС на период до 2028 г., ТВт·ч.

Наименование	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.
ОЭС Северо-Запада	99,1	101,5	103,7	104,0	104,3	104,6
ОЭС Центра	257,6	260,0	262,9	264,7	265,8	268,0
ОЭС Средней Волги	112,9	114,6	115,6	115,7	116,3	117,0
ОЭС Юга	110,0	112,3	113,4	114,2	115,0	115,7
ОЭС Урала	266,0	268,4	269,4	270,4	270,7	271,8
ОЭС Сибири	233,4	236,9	239,2	240,3	241,1	242,2
ОЭС Востока	50,2	52,7	55,2	56,7	57,0	57,3
ЕЭС России	1129,2	1146,4	1159,4	1166,0	1170,2	1176,6

В связи с принятыми Россией обязательствами по достижению углеродной нейтральности к 2060 г. доля ВИЭ в ЕЭС России год от года будет расти.

На диаграмме прогнозирования выработки мощности ВИЭ на 2025–2030 гг. (рис. 2) видно, что к 2030 г. суммарная мощность ВИЭ в ЕЭС России превысит 10 ГВт [10]⁴.

Можно сделать вывод, что развитие ЕЭС направлено в положительную сторону. С реализацией крупных проектов спрос на электрическую энергию будет только расти.

Выработка электроэнергии электростанциями России

За последние 12 лет производство электроэнергии увеличилось на 8 %. На диаграмме (рис. 3) представлены показатели выработки электроэнергии электростанциями России за период с 2010 по 2021 гг. в соответствии с отчетными данными «Системного оператора ЕЭС». В 2022 г. выработка электроэнергии электростанциями ЕЭС России, включая производство электроэнергии на электростанциях промышленных предприятий, составила 1121,6 млрд кВт·ч. (рост к объему производства электроэнергии в 2021 г. составил 0,65 %). При этом изменение годового объема производства электроэнергии по типам электростанций следующее:

- ТЭС – 787 925,3 ТВт·ч (+16,4 %);
- ГЭС – 185647,2 ТВт·ч (-11,9 %);
- АЭС – 203869,4 ТВт·ч (-8,9 %);
- ВИЭ – 8557,1 ТВт·ч (+18,1 %);

Анализируя данные производства электроэнергии, можно сказать, что с каждым годом производство только увеличивается. Больше 50 % вырабатывается ТЭС.

Объем потребления электроэнергии в ЕЭС России в 2022 г. составил 1106,3 млрд кВт·ч, что выше факта 2021 г. на 1,44 %.

Солнечные и ветровые электростанции в ЕЭС России

Правительством РФ большое внимание уделяется развитию возобновляемой электроэнергетики. Установлены значения целевых показателей производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии на период до 2035 г.: их значение составляло 1,5 % в 2010 г., в 2024 г. оно должно вырасти до 4,5 %, а к 2035 г. – до 6 %⁵.

В настоящее время во всех российских региональных энергосистемах, входящих в состав ЕЭС, в сумме имеется всего 31 солнечная электростанция (СЭС) суммарной установленной мощностью около 600 МВт и 14 ветровых электростанций (ВЭС), суммарной установленной мощностью порядка 140 МВт⁶.

⁴ Приказ Минэнерго России от 28.02.2023 № 108 «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2023–2028 годы». 120 с.

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-Р (ред. от 01.06.2021) «Об основных направлениях

государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года»

⁶ Отчет о функционировании ЕЭС России в 2022 г. (на основе оперативных данных). 4 с.



Рис. 2. Диаграмма прогнозирования выработки мощности ВИЭ на 2025–2030 гг.

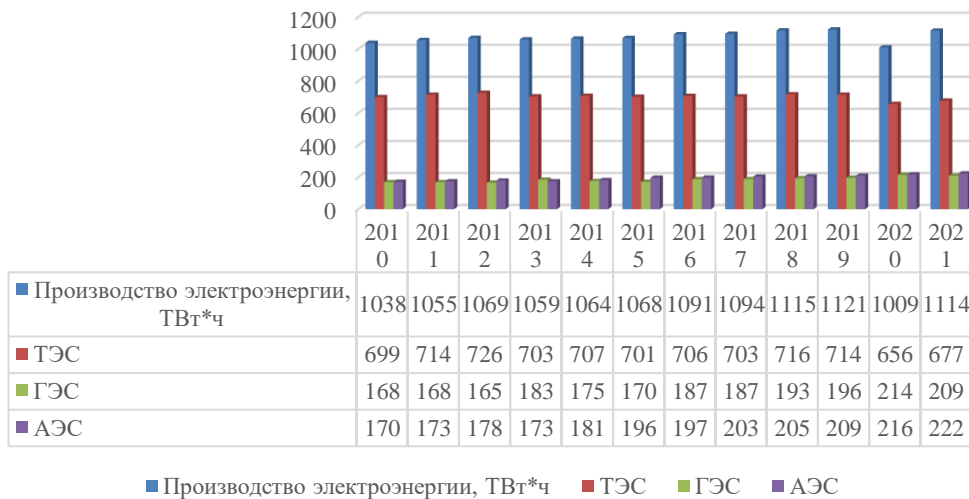


Рис. 3. Диаграмма производства электроэнергии с 2010 по 2021 гг., ТВт*ч.

Итоговая мощность таких электростанций, работающих в ОЭС Сибири, Урала, Средней Волги, Юга и Северо-Запада, представляет собой всего лишь несколько десятых процента от общей установленной мощности электростанций ЕЭС России, в то время как в некоторых активно развивающихся возобновляемую электроэнергетику государствах, например, в Германии, этот показатель к настоящему времени практически достиг 50 %.

В 2022 г. в России было запланировано строительство и ввод в эксплуатацию новых СЭС общей мощностью 500 МВт и ВЭС почти 163 МВт. В результате к октябрю 2022 г. одна ВЭС мощностью 35 МВт и 29 СЭС суммарной мощностью 294 МВт введены в эксплуатацию.

При этом к концу 2024 г. суммарная мощность всех установленных солнечных электро-

станций должна достигнуть 1,76 ГВт, а ветровых – 3,4 ГВт, малых и микрогидроэлектростанций – 0,21 ГВт. Новые солнечные электростанции появятся в Алтайском, Забайкальском и Ставропольском краях, Астраханской, Волгоградской, Иркутской, Омской, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Челябинской областях, республиках Башкортостан, Бурятия и Калмыкия. Строительство ветровых электростанций запланировано на территориях Краснодарского и Ставропольского края, Ростовской, Ульяновской, Курганской, Астраханской, Оренбургской, Мурманской областей, республик Адыгея, Татарстан, Калмыкия.

В схеме и программе развития ЕЭС России на 2018–2024 гг. также отражены планы по строительству СЭС и ВЭС: 5,43 ГВт среди гарантированных объемов мощности, вклю-

ченных в баланс, приходится на СЭС и ВЭС, что уже можно считать достаточно существенным количеством.

Развитие солнечных электростанций в ЕЭС России

26 мая 2021 г. в Волгоградской области открылась вторая по очереди солнечная электростанция на территории Волгоградского НПЗ «Лукойла», ее установленная мощность 20 МВт, а первая очередь, введенная в 2018 г. – 10 МВт. Итого суммарная мощность теперь составляет 30 МВт. Уровень локализации электростанции не менее 70 %.

29 июня 2021 г. в Чеченской республике состоялось открытие Наурской электростанции. Это первый объект солнечной генерации в регионе. Его установленная мощность составляет 5 МВт. Уровень локализации электростанции также не менее 70 %.

На диаграмме (рис. 4) представлена выработка энергии солнечной генерации в РФ за 2014–2022 гг.

Всего с начала 2021 г. были запущены три солнечных электростанции. Кроме двух СЭС «Хевела», одну запустила компания «Солар Системс». Мощность ее СЭС «Медведица» составляет 25 МВт, а суммарная мощность всех трех электростанций – 50 МВт.

В 2022 г. были введены Черновская СЭС в Забайкальском крае и Аршанская СЭС в Республике Калмыкия.

По состоянию на 1 июля 2022 г. в ЕЭС России введено 70 солнечных электростанций в 14 субъектах Российской Федерации.

Развитие ветровых электростанций за 2021–2022 гг.

25 июня 2021 г. в Ростовской области компания «Энел Россия» открыла Азовскую ветроэлектростанцию. Установленная мощность Азовской ВЭС составляет 90 МВт, а уровень локализации – 67 %. «Азовская» – это первая ВЭС компании «Энел» в России и уже пятая в Ростовской области. Четыре ВЭС, суммарной мощностью 346 МВт, запустила УК «Ветроэнергетика» в 2020 г.

Выработка энергии ветровой генерации за 2014–2022 г. представлена на рис. 5.

В 2022 г. в промышленную эксплуатацию ввели две новые ветроэлектростанции – Кольскую ВЭС (170,4 МВт) в Мурманской области и Берестовскую ВЭС (60 МВт) в Ставропольском крае. На введенных объектах установлено 72 ветровые электроустановки с локализацией 68 %.

Всего за девять лет в промышленную эксплуатацию введено 25 ветроэлектростанций, входящих в ЕЭС России, общей мощностью 2,175 ГВт.

Также в России ведется строительство трех крупных ветроэлектростанций – двух в Ставропольском крае (255 МВт) и второй очереди Кольской ВЭС (30,6 МВт) в Мурманской

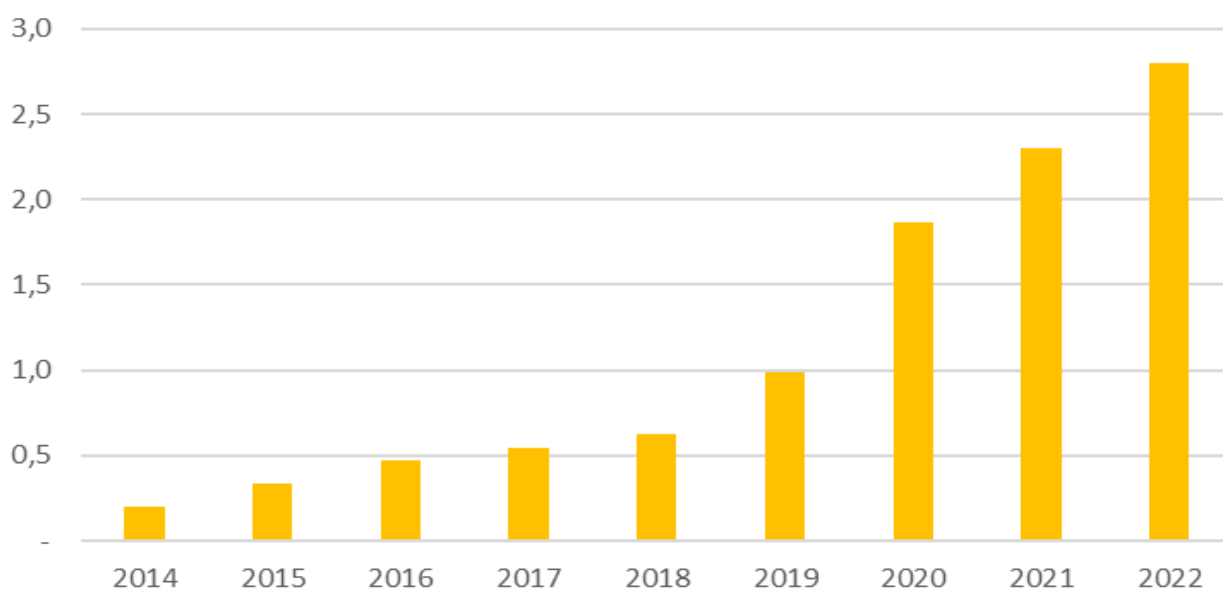


Рис. 4. Диаграмма выработки энергии солнечной генерации в РФ за 2014–2020 гг., ТВт·ч.

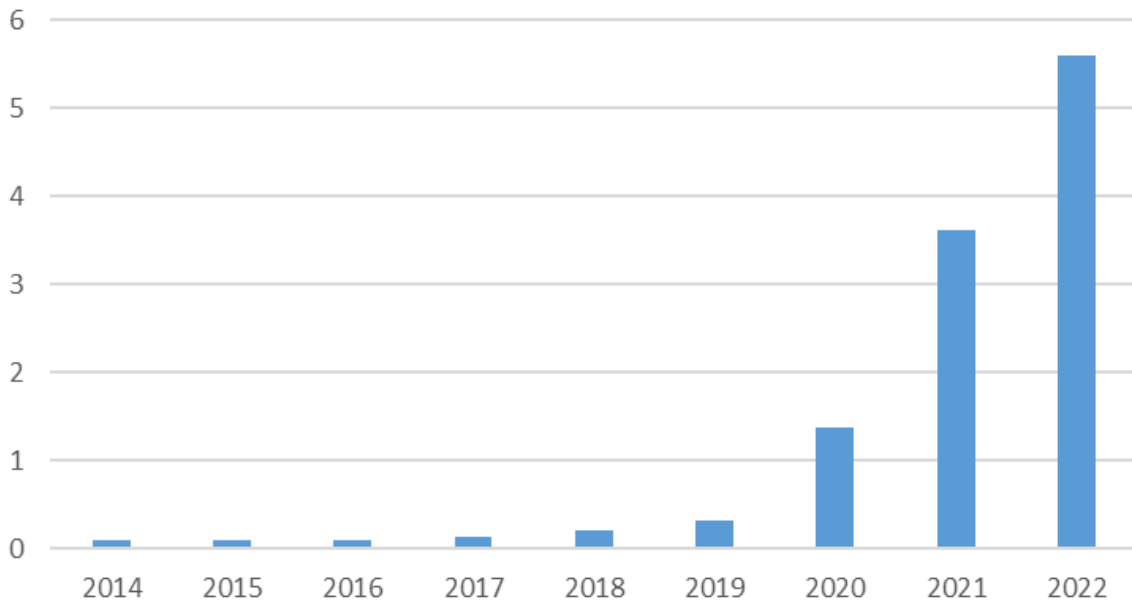


Рис. 5. Диаграмма выработки энергии ветряной генерации в РФ за 2014–2022 гг., ТВт·ч

области. Проекты строительства еще 4 ВЭС общей мощностью около 250 МВт законсервированы в связи с введенными в настоящее время экономическими санкциями стороны поставщика необходимого энергетического оборудования.

Таким образом, такое направление ВИЭ, как строительство и введение в эксплуатацию СЭС и ВЭС, стабильно развивается в России.

Развитие распределенной генерации и ее перспективы в РФ

Развитие РГ в России происходит в основном благодаря крупным промышленным предприятиям, руководство которых хорошо осознает тот положительный многосторонний эффект, который имеет предприятие от внедрения системы распределенной генерации. При этом профессором А.В. Паздериним отмечено, что «объекты генерации малой мощности в России в основном работают на природном углеводородном топливе – природном, сжиженном или нефтяном попутном газе, дизельном топливе и мазуте, в то время как за рубежом они создаются на базе ВИЭ» [1]. Вместе с тем, встречаются в российской энергетике и другие виды генерирующих мощностей в системе РГ. В целом их можно разделить на три группы: генерирующие мощности крупных промышленных предприятий, ТЭЦ, объекты малой и средней генерации и ВИЭ.

Анализ информации из официальных источников показывает, что доля ЭЭ, вырабатываемой в России источниками РГ, в общем объеме производства электрической энергии постепенно возрастает. Представляется интересным тот факт, что в этом принимают участие не только генерирующие мощности крупных промышленных потребителей, но и объекты малой и средней генерации. В настоящее время суммарная установленная мощность источников РГ (без учета ВИЭ) достигает порядка 18 ГВт, что составляет практически 8 % от общей установленной мощности.

В настоящее время объекты РГ чаще всего работают в качестве резервных источников. Вместе с тем их применяют для покрытия пиковой нагрузки в централизованной системе электроснабжения для регулирования напряжения, в качестве источников реактивной энергии и для когенерации. Говорить о значительном использовании установок распределенной генерации пока рано. Централизованные системы электроснабжения в ближайшей перспективе все еще будут иметь большое значение.

Вместе с тем обширная и разнообразная по климатическим условиям территория России предоставляет существенные возможности для дальнейшего развития распределенной генерации. Причем с целью формирования рациональных годовых энергетических балансов

оптимально совместное использование мощностей ЭЭС России и существующих объектов распределенной генерации. В целом количество объектов РГ в РФ составляет 50 000 отдельных установок и в основном они работают в изолированных энергосистемах.

В настоящее время остро стоит вопрос о необходимости замены мощностей изношенных ТЭС, построенных преимущественно до полувека назад. Так к 2035 г. запланирована реконструкция и замена ТЭС суммарной мощностью 70 ГВт.

Согласно результатам исследований [2], потенциал распределенной генерации в России настолько уникален, что даже при его частичном использовании к 2035 г. будет возможно покрыть до 50 % потребности в генерирующих мощностях, что составляет 36 ГВт. В более отдаленной перспективе возможно полное покрытие спроса на генерируемые мощности с помощью РГ. Однако для осуществления этого необходимо внести серьезные изменения как в законодательство РФ об энергетике, так и в структуру управления единой энергетической системой. Поэтому в настоящее время и в ближайшей перспективе наиболее реальным представляется совместная работа объектов РГ и ЭЭС страны.

Таким образом, внедрение установок малой и средней генерации в энергосистемах потребителей активизируется. Их применение способствует изменению условий для социально-экономического развития территории и выступает толчком технологического развития.

Заключение

Проведенное исследование позволяет утверждать, что распределенную генерацию можно отнести к одному из наиболее перспек-

тивных направлений развития электроэнергетики. Она обеспечивает возможность обеспечения резервного энергоснабжения, перекрытия пиковых нагрузок при параллельной работе с ЭЭС, регулирования напряжения за счет дополнительной выработки реактивной мощности. В отдаленной перспективе возможно ее использование вместо централизованной ЭЭС страны.

Основные препятствия для широкого распространения распределенной генерации связаны с неготовностью субъектов энергетического рынка к отказу от устоявшейся системы и недостаточностью развития технологии управления установками РГ. В Российской Федерации благодаря высокому уровню обеспеченности ископаемыми видами топлива (природным газом и углем) и действующим рыночным правилам исключена столь существенная волатильность цен на энергоресурсы. Сбалансированная структура генерирующих мощностей и двуставочная модель оптового рынка электроэнергии позволяют удерживать цены на электроэнергию на приемлемом уровне для всех категорий потребителей, не снижая надежность энергосистемы, а также проводить модернизацию и обеспечивать ввод нового оборудования.

Таким образом, в настоящее время полный переход к распределенной генерации проблематичен. Однако с учетом результатов проведенного исследования по имеющимся направлениям РГ и большим возможностям ее развития в будущем, можно утверждать, что в перспективе Россия имеет огромный потенциал к широкому внедрению распределенной генерации, способному дать мощный толчок к дальнейшему развитию экономики России.

Список источников

1. Ерошенко С.А., Карпенко А.А., Кокин С.Е., Паздерин А.В. Научные проблемы распределенной генерации // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2010. № 11–12. С. 126–133.
2. Хохлов А., Мельников Ю., Веселов Ф., Холкин Д., Дацко К. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО. 2018. 87 с.
3. Разуваева С.А., Пузина Е.Ю. Перспективное направление в развитии электроэнергетики // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 22–26 апреля 2013 г.). Иркутск, 2013. Т. 2. С. 171–176.
4. Сокольникова Т.В., Суслов К.В., Шушпанов И.Н., Потапов В.В. Роль малой энергетики в структуре энергосистемы // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. (г. Иркутск, 26–30 апреля 2010 г.). Иркутск, 2010. С. 358–362.
5. Kuzmin O.V., Balagura A.A., Kuzmina V.V., Khudonogov I.A. Partially ordered sets and combinatory objects of the

- pyramidal structure // *Advances and Application in Discrete Mathematics*. 2019. Т. 20. № 2. P. 219–236.
6. Воронина Е.В., Крюков А.В., Степанов А.Д., Фесак И.А. Моделирование режимов компактных линий электропередачи, питающих тяговые подстанции // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2022. № 2 (74). С. 151–162.
7. Степанов А.Д. Управление тепловизионным мониторингом в системах тягового электроснабжения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // *Иркутский государственный университет путей сообщения*. Иркутск, 2006.
8. Фролова М.В. Перспективы развития распределенной генерации в Российской Федерации // *Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири*. Сибресурс, 2018: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф (г. Кемерово, 22–23 ноября 2018 г.). Кемерово, 2018. С. 714.1–714.6.
9. Дрянова Е.В., Антипина О.В., Антипин Д.А. Влияние санкций на информационную безопасность предприятий ТЭК // *Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни: материалы IX Междунар. студенческой науч.-практ. конф.* (г. Иркутск, 28 марта 2022 г.). Иркутск, 2022. С. 285–290.
10. 50 Герц. Корпоративный журнал АО «Системный оператор Единой энергетической системы» № 3–4 (43–44) декабрь, 2021 г. 116 с.
11. Налбандян Г.Г. Ключевые факторы эффективного применения технологий распределенной генерации в промышленности // *Стратегические решения и риск менеджмент*. 2018. № 1(106). С. 81–82.
12. Черепанов А.В., Куцый А.П. Моделирование режимов работы НВИЭ с накопителями энергии // *Транспортная инфраструктура Сибирского региона*. 2017. Т. 1. С. 752–756.

Информация об авторах / Information about the Authors

Иванов Никита Андреевич,
студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Nikita.ivan.ivanov@mail.ru

Nikita A. Ivanov,
Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Nikita.ivan.ivanov@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 Chernyshevskii St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Lena-rus05@mail.ru

Анализ непроектных топлив, сжигаемых на ТЭЦ-10 ООО «Байкальская энергетическая компания»

© А.И. Михальченко, Т.В. Коваль

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

Аннотация. Основное содержание данного исследования составляет анализ непроектных топлив, доля использования которых в последнее время увеличивалась на тепловых электрических станциях. В статье представлена оценка влияния свойств углей, поставляемых на ТЭЦ-10 ООО «Байкальская энергетическая компания», на работу оборудования. При анализе состава минеральной части углей, сжигаемых на ТЭЦ-10, было рассмотрено влияние химического состава топлив на работу систем пылеприготовления, золоулавливания и золоудаления, а также была проведена оценка эффективности работы котлов на непроектных видах топлив. Были выполнены расчеты показателей, определяющих шлакующие и загрязняющие свойства топлив, а именно их склонность к образованию железистых, сульфатно-кальциевых отложений, отложений на базе активных щелочей, индексы шлакования топочной камеры и загрязнения ширм котельных агрегатов. Особое внимание в работе было уделено проведению расчета себестоимости производства тепловой и электрической энергии при сжигании исследуемых топлив. Также показана необходимость проведения экспертной оценки непроектных топлив перед их использованием на ТЭЦ-10 для того, чтобы избежать аварийных ситуаций, которые приводят к незапланированным остановам котлов и другого оборудования станции.

Ключевые слова: уголь, твердое топливо, котельный агрегат, эффективность сжигания углей, исследование свойств топлив

Analysis of Non-Design Fuels Burned at CHPP-10 LLC «Baikal Energy Company»

© Anna I. Mikhailchenko, Tatiana V. Koval

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The main content of the article is the analysis of non-design fuels, the share of which has recently increased at thermal power plants. The article presents an assessment of the impact of the properties of coals supplied to CHPP-10 of Baikal Energy Company LLC on the operation of equipment. The article considers the influence of the chemical composition of fuels on the operation of dust preparation, ash collection and ash removal systems when analyzing the composition of the mineral part of coals burned at CHPP-10, and also assesses the efficiency of boilers operating on non-design types of fuels. The article presents calculations of indicators that determine the slagging and polluting properties of fuels, namely their tendency to form ferruginous, sulfate-calcium deposits, deposits based on active alkalis, indexes of slagging of the combustion chamber and contamination of the screens of boiler units. Special attention is paid to the calculation of the cost of production of thermal and electric energy by burning the studied fuels. The article substantiates the need for an expert assessment of non-design fuels before their use at CHPP-10 in order to avoid emergencies that lead to unscheduled shutdowns of boilers and other plant equipment.

Keywords: coal, solid fuel, boiler unit, coal combustion efficiency, study of fuel properties

В последнее время на тепловых электрических станциях увеличилась доля использования непроектных топлив. Это связано с истощением запасов проектных углей и ухудшением их характеристик. Однако сжигание непроектных топлив сопровождается рядом отрицательных моментов, например, возникают проблемы при доставке (увеличение затрат на перевозку топлива), приемке, хранении, пыле-

приготовлении и сжигании (воспламенение, горение, выгорание) топлива, шлаковании и загрязнении поверхностей нагрева котлов.

Выбор топлива во многом влияет на работу котельного агрегата. От химического состава топлива зависят нормальные условия работы котла, степень абразивного износа, накопление отложений и шлакование поверхностей нагрева котельных агрегатов.

Проведем анализ эффективности использования непроектных топлив на ТЭЦ-10 ООО «Байкальская энергетическая компания».

Иркутская ТЭЦ-10 – крупнейшая тепловая электростанция Иркутской области, расположенная в городе Ангарске. Установленная электрическая мощность станции 1110 МВт, а тепловая – 563 Гкал/ч. ТЭЦ-10 является блочной станцией, основным оборудованием которой являются котлоагрегаты ТП-10, ПК-24 и паровые турбины ПТ-60-90/13, К-150-130. Котел ТП-10 имеет производительность 220 т/ч, рабочее давление в барабане 110 кгс/см², температуру перегретого пара 540 °С. Минимальная производительность – 90 т/час, что составляет 40 % от номинальной нагрузки. ПК-24 – котел с промежуточным перегревом пара, производительностью 270 т/час, с давлением 140 кгс/см² и температурой перегретого пара 545 °С. Проектными видами топлива для котлов ТЭЦ-10 являются Черемховский и Азейский угли. В настоящее время на станции сжигают Азейский, Ирбейский, Мугунский бурый уголь и Черемховский, Головинский каменный уголь, однако, основная доля приходится на Черемховский, Азейский, Ирбейский и Мугунский.

Мугунский бурый уголь отличается от остальных углей более высоким содержанием серы. Ирбейский уголь характеризуется высокой влажностью и малой зольностью по сравнению с Черемховским и Азейским, именно поэтому при выгрузке и подготовке к сжиганию угля значительно снижается надежность работы оборудования топливоподдачи. Также Ирбейский уголь обладает высокой слипаемостью и зависанием в бункерах сырого угля.

При сжигании Ирбейского угля из-за высокого содержания кальция будет образовываться значительное количество отложений карбоната кальция в системах золоулавливания и золоудаления. Так, при гидротранспорте золы после сжигания Ирбейского угля возможно появление коррозии, или заноса оборудования минеральными отложениями, в связи с тем, что свободная щелочность Щ, которая обусловлена содержанием оксидов

кальция, в зависимости от изменения зольности топлива, составляет от 871 до 3484 мг-экв/кг золы¹. Поэтому при сжигании Ирбейского угля приемлемы только сухие золоуловители. Иначе эксплуатация мокрых золоуловителей котлов ТЭЦ-10 при увеличении поступления Ирбейского угля с показателями $A^{np}(CaO)^2 > 190$ и $Щ > 2000$ будет сопровождаться образованием значительного количества отложений карбоната кальция. При этом интенсивность появления отложений в тракте оборотной воды может достигнуть более 1 мм в месяц, что потребует специальных мероприятий, например, установки дополнительных насосов для промывки воды или ввода специальных ингибиторов для снижения скорости образования отложений. Менее опасен в этом отношении Черемховский каменный уголь и Мугунский бурый уголь. Однако при сжигании указанных углей, характеризующихся повышенной зольностью (14 % и 14,8 % соответственно) и большим содержанием в золе оксидов кремния и алюминия (84,58 % и 85 % соответственно), возрастает опасность абразивного износа конвективных поверхностей нагрева и элементов системы золоулавливания и золоудаления.

С точки зрения загрязнения окружающей среды более экологичными из рассматриваемых углей являются Головинский, Черемховский и Ирбейский уголь с более низким содержанием серы $S^r=0,2$ % (для Азейского $S^r=0,4$ %, для Черемховского 0-13 $S^r=0,5$ %, для Мугунского $S^r=0,9$ %), золы соответственно $A^r=6$ %; 13,7 %; 8,7 % (для Азейского $A^r=12,8$ %, для Черемховского 0-13 $A^r=14$ %, для Мугунского $A^r=14,8$ %), азота соответственно $N^r=0,6$ % (для Азейского и Мугунского $N^r=0,9$ %, для Черемховского 0-13 $N^r=0,7$ %).

Для определения эффективности сжигания топлив были проведены расчеты тепловых балансов и, соответственно, коэффициент полезного действия (КПД)² котлов ТП-10 и ПК-24 на Мугунском, Азейском, Ирбейском, Черемховском угле. На основе полученных результатов были построены сравнительные диаграммы (рис. 1), анализируя которые мож-

¹Биргер М.И., Вальдберг А.Ю., Мяков Б.И. Справочник по пыли- и золоулавливанию. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.

²Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). СПб: НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.

но сделать вывод, что для котла ТП-10 наибольшее значение КПД, а именно 92,25 %, получается при сжигании Мугунского угля, а для котла ПК-24 – при сжигании Ирбейского угля, КПД которого равен 92,56 %.

Сжигание непроектных топлив приводит к образованию отложений на поверхностях нагрева котельных агрегатов. От интенсивности образования на трубах наружных отложений и уровня их стабилизации зависят такие показатели работы котлов, как КПД и бесшлаковочная мощность. Уменьшение КПД котла приводит к перерасходу топлива, а уменьшение бесшлаковочной мощности сокращает производство и реализацию дополнительной электроэнергии. В литературе широко распространено деление понятия отложений на шлакование и загрязнение. Под шлакованием понимается процесс образования отложений в топке, а загрязнение – это отложения, как правило, образующиеся в конвективных поверхностях нагрева котлов (пароперегревателе, экономайзере и воздухоподогревателе)³.

Шлакование и загрязнение поверхностей нагрева котельных агрегатов имеют такие неблагоприятные последствия как:

- ограничение мощности, уменьшение выработки электроэнергии и тепла;
- снижение надежности и экономичности котельных агрегатов;

- увеличение температуры уходящих газов при соответствующем уменьшении КПД котла и электрофильтров, снижение КПД котла приводит к перерасходу топлива;
- рост затрат на периодическую очистку поверхностей нагрева при работе котла;
- понижение ресурса очищаемых поверхностей нагрева (термоциклические напряжения, эрозионный износ);
- повреждение скатов холодной воронки и шлаковых комодов при падении шлаковых глыб;
- вынужденный останов котлов на расшлаковку и очистку;
- затраты на механическую ручную очистку поверхностей нагрева в период остановов котла.

Кроме оценки эффективности сжигания непроектных топлив в котлах ТЭЦ-10 был проведен расчет шлакующих и загрязняющих параметров исследуемых углей с целью определения возможности их промышленного использования, учитывая свойства органической и минеральной части топлив, а также конструкцию существующего оборудования на ТЭЦ. Опыт эксплуатации котельных установок показывает, что основные ограничения в их работе связаны со шлакующими свойствами непроектного угля.

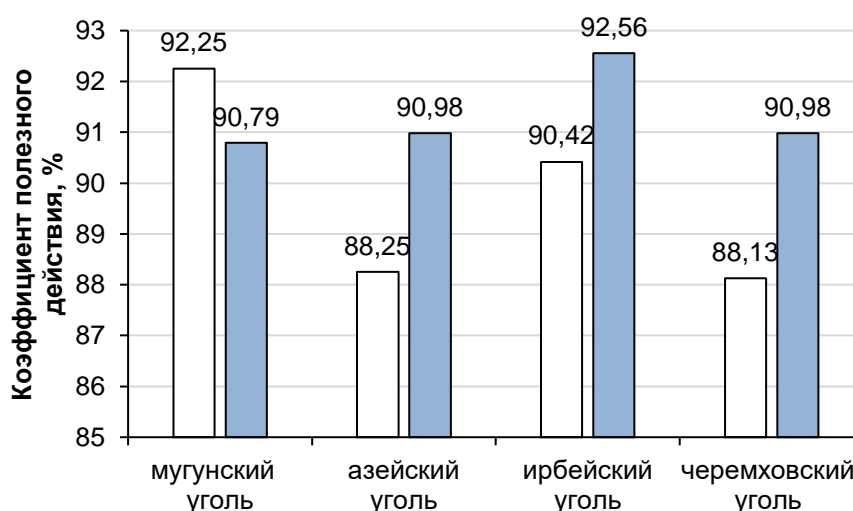


Рис. 1. Сравнение эффективности сжигания топлив на котлоагрегатах ТП-10 □ и ПК-24 ■

³Повышение тепловой эффективности поверхностей нагрева мощных котельных агрегатов при сжигании шлакующих углей [Электронный ресурс]. URL:

<http://www.dslib.net/prom-teploenergy/povyshenie-teplovoj-jeffektivnosti-poverhnošej-nagreva-mownyh-kotelnyh-agregatov.html> (05.11.2022).

Таблица 1. Результаты расчета шлакующих и загрязняющих параметров углей

Показатель	Муг. уг.	Аз. уг.	Ирб. уг.	Черемх. уг.
Температура начала шлакования, $t_{шп}$, °С	1015,34	1002,57	971,9	1022,77
Склонность к образованию железистых отложений, P_{Fe}	0,69	0,59	0,62	0,60
Ранг склонности к образованию железистых отложений	Высокий	Средний	Средний	Средний
Показатель $P_{ст}$, зависящий от химического состава зольного остатка	0,791	0,841	0,978	0,781
Дополнительный показатель склонности к образованию сульфатно-кальциевых отложений, P_{Ca}	0,46	0,57	0,79	0,46
Ранг склонности угля к образованию сульфатно-кальциевых отложений	Низкий	Средний	Высокий	Низкий
Склонность к образованию отложений на базе активных щелочей, P_{Na}^a	0,27	0,25	0,25	0,25
Ранг склонности к образованию отложений на базе активных щелочей	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Индекс шлакования топочной камеры, $R_{ст}$	0,74	0,73	0,82	0,70
Ранг склонности к шлакованию топочных экранов	Высокий	Высокий	Очень высокий	Высокий
Индекс загрязнения ширм, R_F^{UR}	0,61	0,59	0,67	0,57
Ранг склонности к шлакованию ширм	Средний	Средний	Высокий	Средний
Значение допустимой температуры газов на выходе из топки, ϑ_r^g , °С	1155,42	1159,67	1138,91	1166,2

Примечание: Муг. уг. – Мугунский уголь; Аз. уг. – Азейский уголь; Ирб. уг. – Ирбейский уголь; Черемх. уг. – Черемховский уголь 0-13.

Оценка шлакующих и загрязняющих свойств исследуемых углей выполнялась с использованием показателей УралВТИ, учитывающих химический состав топлив [1–7]. Результаты расчета шлакующих и загрязняющих параметров исследуемых углей представлены в табл. 1.

В соответствии с полученными данными можно сделать вывод, что сжигаемые угли (кроме Мугунского) имеют среднюю предрасположенность к образованию железистых отложений [8, 9].

Подверженность к образованию сульфатно-кальциевых отложений высока у Ирбейского угля, поэтому при его сжигании на котлоагрегатах ТЭЦ-10 отложения будут образовываться в основном на поверхностях водяного экономайзера.

Значение показателя, характеризующего количество натрия (Na), показывает, что угли имеют низкую склонность к образованию отложений на базе активных щелочей. Следовательно, при сжигании непроектных углей подобные отложения образовываться не будут, это связано с низким содержанием щелочных компонентов в минеральной части этих углей.

В результате анализа данных расчетов, а также характеристик Мугунского, Азейского, Ирбейского и Черемховского углей можно

прогнозировать следующее: повысится вероятность шлакования топочных экранов и ширм топочной камеры котлов; относительно низкая температура начала шлакования может стать причиной шлакования пароперегревателя при высоких нагрузках.

Контроль качества топлив, сжигаемых на электростанциях, является одним из важных условий обеспечения высокой эффективности его использования на установленном оборудовании. Это важно в связи с тем, что топливная составляющая в себестоимости, вырабатываемой на ТЭС тепловой и электрической энергии, достигает 65–70 % [10].

Как отмечалось выше, от интенсивности образования на трубах наружных отложений зависят КПД и бесшлаковочная мощность котла. Снижение КПД котла приводит к перерасходу топлива, а следовательно и к увеличению затрат на топливо.

По данным ТЭЦ-10 был проведен расчет себестоимости производства тепловой и электрической энергии при сжигании различных топлив. Исходными данными были удельный расход условного топлива на производство электрической и тепловой энергии и стоимость топлив, поставляемых на ТЭЦ-10.

Расчет себестоимости производился по формуле, руб/Гкал.

Таблица 2. Расчетная себестоимость производства тепловой и электрической энергии

Марки угля	Себестоимость	
	электрической энергии	тепловой энергии
Мугунский	1031,96	434,65
Азейский	1106,33	466,06
Ирбейский	711,44	299,74
Черемховский	1157,24	487,36
Головинский	1466,26	617,69

$$S = C_{\text{т}} b \cdot 10^{-3},$$

где $C_{\text{т}}$ – цена топлива, руб/т; $b = b_{\text{уд}} \frac{Q_{\text{ут}}}{Q_{\text{р}}^{\text{н}}}$ – пересчет удельного расхода условного топлива на натуральное, кг/Гкал; здесь $b_{\text{уд}}$ – удельного расхода условного топлива, г/кВт·ч; $Q_{\text{ут}}$ – теплота сгорания условного топлива, кДж/кг; $Q_{\text{р}}^{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания топлива кДж/кг.

Результаты расчета себестоимости сведены в табл. 2.

По данным табл. 2 видно, что при сжигании

Ирбейского угля себестоимость производства тепловой и электрической энергии ниже, чем при сжигании других углей.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что состав топлива во многом влияет на эффективность работы оборудования тепловых электростанций. При этом на работу оборудования сильно влияет химический состав топлива. Так, например, высокое содержание кальция и магния приводит к образованию шлакования, повышенная влажность топлива уменьшает надежность работы оборудования топливоподдачи, уменьшение КПД котельного агрегата из-за шлакования и загрязнений поверхностей нагрева влечет к перерасходу топлива, а понижение бесшлаковочной мощности уменьшает производство и реализацию дополнительной электроэнергии. Поэтому необходимо тщательно анализировать качественные характеристики топлив перед их использованием, для того, чтобы избежать аварийных ситуаций, приводящих к незапланированным остановам котлов и поломке оборудования станции.

Список источников

1. Алехнович А.Н. Характеристики и свойства энергетических углей. ОАО «Инженерный Центр Энергетики Урала», фил. «УралВТИ». Челябинск: Цицеро, 2012. 548 с.
2. Алехнович А.Н., Артемьева Н.В., Богомолов В.В. Результаты многолетних исследований шлакующих свойств на огневом стенде УралВТИ и задачи их изучения // Энергетик. 2014. № 10. С. 15–20.
3. Алехнович А.Н. Энергетические угли. Челяб. фил. Петерб. энергет. ин-та повышения квалификации, Каф. ЭТО ТЭС. Челябинск: Цицеро, 2016. 163 с.
4. Алехнович А.Н. Шлакование энергетических котлов. Челябинский фил. Петербургского энергетического ин-та повышения квалификации (ПЭИПК). Челябинск: Цицеро, 2010. 130 с.
5. Алехнович А.Н. Экспертная оценка и прогнозирование шлакующих свойств углей // Электрические станции. 2015. № 8. [Электронный ресурс]. URL: <http://elst.energy-journals.ru/index.php/elst/article/view/173> (11.10.2022).
6. Алехнович А.Н. Шлакование пылеугольных энергетических котлов. М.: НТФ «Энергопрогресс». 2013. 116 с.
7. Гладков В.Е., Афлятунов Ж.З., Викторов В.В. Температурные условия начала формирования шлаковых отложений при их факельном сжигании // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2006. № 7. [Электронный ресурс]. URL: <https://readera.org/temperaturnye-usloviya-nachala-formirovaniya-shlakovyh-otlozhenij-pri-ih-fakelnom-147158498> (15.10.2022).
8. Коваль Т.В., Кудряшов А.Н., Кошкарев П.А. Оценка шлакующих и загрязняющих свойств углей // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 24–28 апреля 2018 г.). Иркутск, 2018. С. 168–171.
9. Коваль Т.В., Кудряшов А.Н. Оценка шлакующих и загрязняющих свойств углей, сжигаемых на тепловой электроцентрали ПАО «Иркутскэнерго» // iPolytech Journal. 2020. Т. 17. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://ipolytech.elpub.ru/jour/article/view/403/403> (20.10.2022).
10. Янов С.Р., Бойко Е.А. Обоснование применения экспериментально-расчетного подхода к оценке тепловой эффективности полурадационных и конвективных поверхностей нагрева котельных агрегатов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2008. № 11–12. С. 3–12.

Информация об авторах / Information about the Authors

Михальченко Анна Ивановна,
студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
mikhailchenkoai@gmail.com

Anna I. Mikhailchenko,
Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
mikhailchenkoai@gmail.com

Коваль Татьяна Валерьевна,
к.т.н., доцент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kovaltv@istu.edu

Tatiana V. Koval,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
kovaltv@istu.edu

Оценка несущей способности металлоконструкций антенной опоры

© М.А. Ананьин, Т.А. Логунова, Н.Л. Дорофеева

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

Аннотация. Для обеспечения отдаленных районов бесперебойной мобильной связью проводится модернизация антенного оборудования. При этом большое значение имеет оценка возможности установки нового оборудования на уже существующие металлоконструкции антенных опор. Данный поверочный расчет произведен для башни высотой 20 м, расположенной в Республике Саха (Якутия), с установленным на ней новым антенным оборудованием общим весом 511 кг на отметке 21,5 м. Для расчета создана пространственная модель, реализованная стержневыми конечными элементами в программном комплексе SCAD v.21.1.9.11. Заданы нагрузки от собственного веса стальных конструкций опоры, веса оборудования, статической и динамической составляющих ветровой нагрузки. Произведен линейный и нелинейный анализ несущей конструкции антенной опоры. Максимальное значение суммарного перемещения составляет 89,995 мм, что не превышает максимально допустимого значения по СП 16.13330.2017. Определены величины усилий в несущих элементах сооружения, проведен расчет элементов на прочность и устойчивость. Выявлено, что прочность и устойчивость поясов, раскосов и распорок антенной опоры удовлетворяет требованиям СП 16.13330.2017 и достаточна для восприятия всех расчетных сочетаний нагрузок. Сделан вывод о возможности установки проектируемого оборудования на данную опорную конструкцию.

Ключевые слова: антенная опора, несущая способность, прочность, устойчивость, SCAD Office

Bearing Capacity Evaluation of Antenna Support Metal Structures

© Maxim A. Ananyin, Tatyana A. Logunova, Natalya L. Dorofeeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Antenna equipment is being modernized to provide remote areas with uninterrupted mobile communications. In this case of great importance is the assessment of the possibility of installing new equipment on the existing metal structures of antenna supports. This verification calculation is made for a tower 20 m high, located in the Republic of Sakha (Yakutia) when installing new antenna equipment on it with a total weight of 511 kg at the 21.5 m mark. For the calculation there has been created a spatial model realized by means of the rod finite elements in the software package SCAD v.21.1.9.11. The authors modeled the loads from the support structure dead-weight, equipment weight, static and dynamic components of the wind load. The authors made linear and nonlinear analysis of the antenna support structure. The authors determined the maximum value of the volume consumed is 89,995 mm, which is not the maximum allowable value according to SP 16.13330.2017; the cost indicators in the following building elements and calculated the elements for strength and probability; they found that the reliability and frequency of occurrence of chords, braces and struts of the antenna support meet the requirements of SP 16.13330.2017 are sufficient to detect all calculated combinations of sensors. The article concludes that it is possible to install the designed equipment on the installation of the reference perspective.

Keywords: antenna support, bearing capacity, strength, stability, SCAD Office

Для обеспечения стабильного покрытия сетями сотовой связи отдаленных территорий и увеличения скорости передачи данных в России проектируется и монтируется большое количество антенномачтовых сооружений. При этом большое значение имеет поверочный расчет металлоконструкций антенных опор с целью определения расчетных усилий и перемещений в узлах и элементах опоры для оценки возможности установки нового оборудования (как правило, более тяжелого и с большей ветровой площадью) [1–4]. Расчет

произведен для башни высотой 20 м, расположенной в Республике Саха (Якутия) при установке на нее антенного оборудования общим весом 511 кг на отметке 21,5 м.

Антенная опора высотой 20 м состоит из четырех решетчатых секций. Конструкция опоры до отметки 18 м имеет форму правильной усеченной пирамиды с квадратом в основании и размерами на отметке 0 м – 2,787 × 2,787 м, на отметке 18 м – 1,820 × 1,820 м. В отметках 18–20 м антенная опора имеет форму прямой призмы с размерами

квадрата в основании $1,820 \times 1,820$ м. Все секции состыкованы между собой при помощи болтовых соединений. Крепление раскосов и распорок к поясам опоры осуществляется на болтах. Сечение поясов опоры в отметках 0–20 м – стальной уголок сечением 90×6 мм. Сечение раскосов опоры в отметках 0–1,5 м – уголок сечением 75×6 мм, в отметках 1,5–20 м – уголок сечением 63×5 мм. Сечение распорок опоры в отметках 0–1,5 м – уголок стальной сечением 75×6 мм, в отметках 1,5–20 м – уголок сечением 63×5 мм. Диафрагмы жесткости расположены на отметках 1,5 м, 6 м, 12 м и 18 м. По всему телу башни проходит лестница с леерным ограждением.

Расчеты произведены в соответствии с Техническим регламентом №384-ФЗ, СП 16.13330.2017 и СП 20.13330.2016. Определение внутренних усилий выполнено с использованием специальной программы численного расчета пространственных конструкций SCAD v.21.1.9.11, реализующей конечно-элементное моделирование с учетом геометрической нелинейности и струнного эффекта при определении собственных форм и частот колебаний [5–8].

Расчет конструкций опоры выполнен по первой и второй группам предельных состояний и включает в себя оценку прочности сечений элементов ствола антенной опоры, оценку устойчивости сечений элементов ствола антенной опоры, оценку деформаций ствола антенной опоры в целом, оценку деформаций ствола антенной опоры в точках крепления антенного оборудования.

Расчетная схема опоры представляет собой пространственную модель, реализованную стержневыми конечными элементами (рис. 1). Определение постоянных нагрузок от собственного веса стальных конструкций опоры производилось автоматически путем задания весового нагружения в SCAD v.21.1.9.11. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса металлических конструкций по СП 20.13330.2016 принят равным 1,05. В расчетах учтена пульсационная составляющая ветровой нагрузки, которая

определялась автоматически при задании динамического ветрового нагружения в SCAD v.21.1.9.11. Для динамических расчетов произведен автоматический учет собственного веса конструкции путем сведения распределенной по объему тела массы к дискретным точечным массам. Вес материала, относящийся к каждому конечному элементу, приближенно заменяется точечными массами, размещаемыми в его узлах, при автоматическом учете собственного веса. Действующие на опору ветровые нагрузки, изменяющиеся по высоте конструкции, определялись для расчетных точек. Сбор ветровых нагрузок при расчете опоры произведен для II ветрового района по СП 20.13330.2016. Снеговая и гололедная нагрузки в расчетах не учитывались ввиду малых значений.

Аэродинамический коэффициент при определении эффективной площади антенн принят равным: $c_x = 1,4$ – для параболических антенн¹, для панельных антенн значение коэффициента c_x вычислено по СП 20.13330.2016 п. В.1.13. Ветровая нагрузка от фидеров определяется как для отдельных цилиндрических элементов с аэродинамическим коэффициентом $c_x = 1,2$. При калькуляции ветровой нагрузки на неучтенные элементы принят коэффициент $k = 1,05$.

Узлы крепления башни к фундаменту приняты жесткими, узлы примыкания решетки к поясам – шарнирными. Расчетные сопротивления при сжатии, растяжении и изгибе для стали С345 и С255 приняты равными 3467 кг/см² и 2549 кг/см² соответственно. Коэффициент надежности по ответственности сооружения принят $\gamma_n = 1,0$ (№ 384-ФЗ, Статья 16, п. 7).

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m , в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли, определяется по формуле 11.2 СП 20.13330.2016:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c_t,$$

где w_0 – нормативное значение ветрового

¹ Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра. ЦНИИСК М.: Стройиздат, 1978. 217 с.

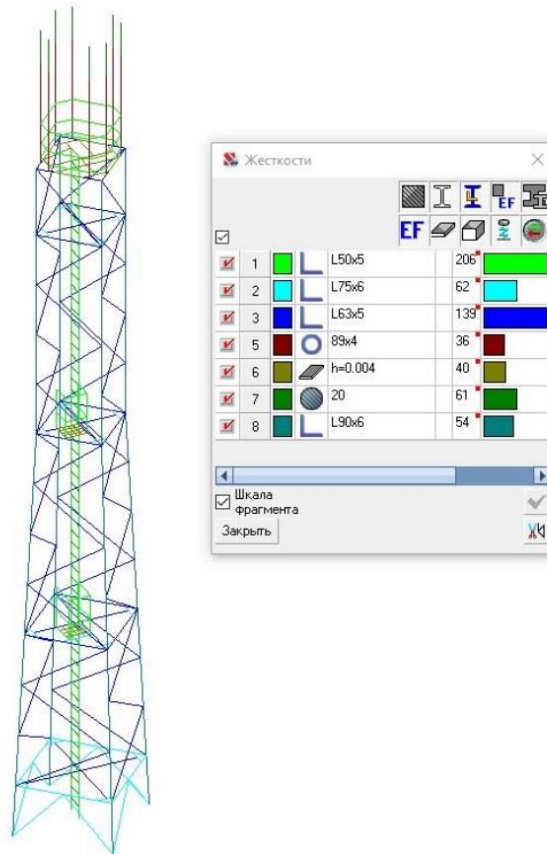


Рис. 1. Расчетная схема и типы жесткостей элементов

давления кг/м^2 ; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e , определяется по табл. 11.2 СП 20.13330.2016; c_t – аэродинамический коэффициент решетчатых башен и пространственных ферм:

$$c_t = c_x \cdot (1 + \eta) \cdot k_1,$$

где c_x – аэродинамический коэффициент отдельно стоящей фермы; η – коэффициент, определяемый для профилей и труб при $Re < 4 \cdot 10^5$ по СП 20.13330.2016 в зависимости от относительного расстояния между фермами b/h и коэффициента проницаемости ферм; при $Re \geq 4 \cdot 10^5 - \eta = 0,95$; k_1 – коэффициент, определяемый по табл. В.9 СП 20.13330.2016;

$$c_x = \frac{1}{A_k} \cdot \sum c_{xi} \cdot A_i,$$

где c_{xi} – аэродинамический коэффициент i -ого элемента конструкций, для уголков $c_{xi} = 1,4$; A_i – площадь проекции i -ого элемента конструкции; A_k – площадь, ограниченная контуром конструкции.

Расчет проводится для типа местности А. Пульсационная составляющая ветровой нагрузки [9, 10] определялась автоматически при задании динамического ветрового нагружения в SCAD v.21.1.9.11. При определении полной ветровой нагрузки в соответствии с п. 11.1.10 СП 20.13330.2016 учитываются первые две формы собственных колебаний башни (рис. 2).

Загружение представлено как совокупность воздействий: собственный вес башни, вес оборудования, полная ветровая нагрузка. Максимальные суммарные перемещения возникают на вершине трубостоек (рис. 3) и составляют 89,995 мм, что не превышает максимально допустимого по СП 16.13330.2017, табл.17.7 значения $20000/100=200$ мм. Максимальные угловые отклонения на уровне крепления антенн в горизонтальной плоскости составили $0,145^\circ$, что не превышает максимально допустимого значения $0,5^\circ$. Максимальные угловые отклонения на уровне крепления антенн в вертикальной плоскости составили $-0,889^\circ$, что не превышает максимально допустимого значения $1,0^\circ$.

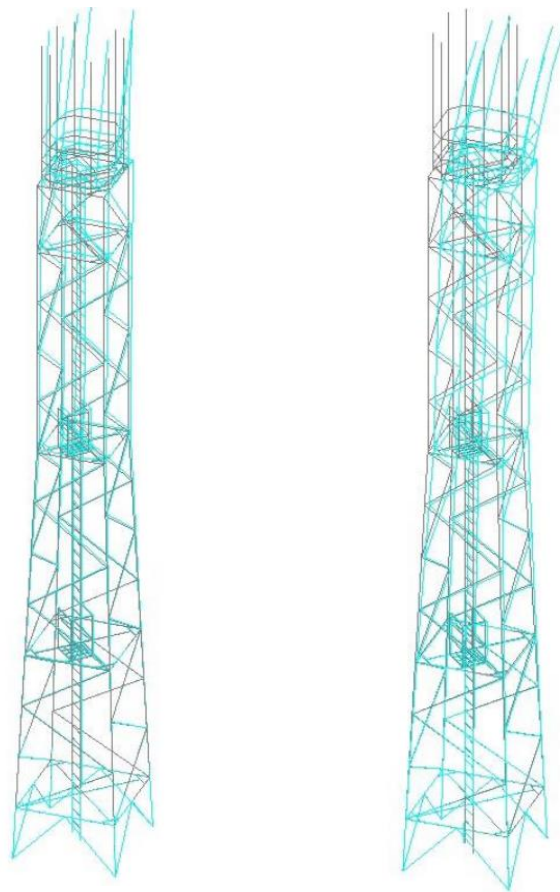


Рис. 2. Первая и вторая формы колебаний

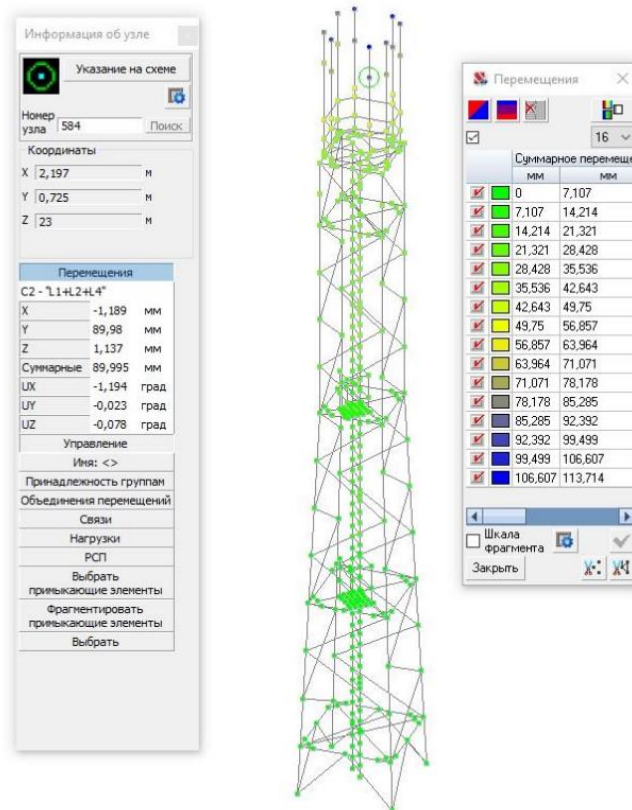


Рис. 3. Значения суммарных перемещений

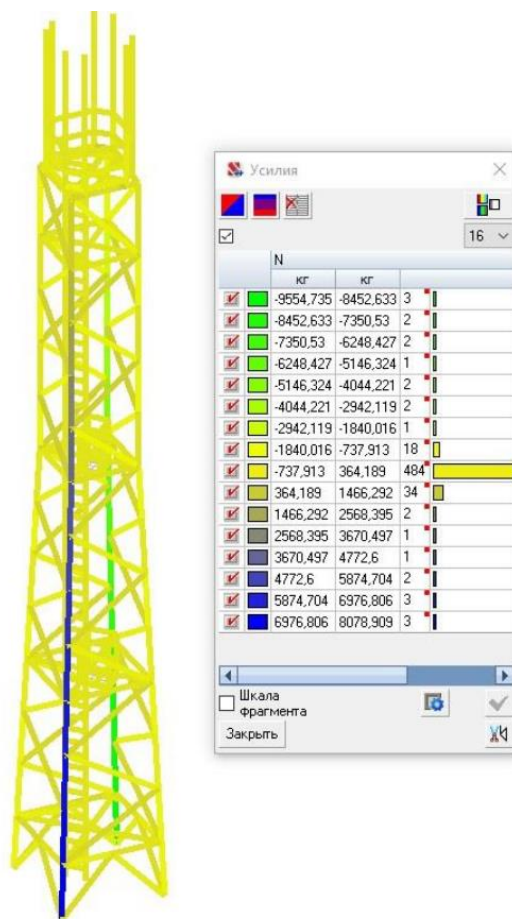


Рис. 4. Значения продольной силы

Величины усилий в несущих элементах сооружения получены при загрузении собственным весом башни, весом оборудования и полной ветровой нагрузкой. Значения продольной силы N в кг от данных загрузений приведены на рис. 4.

Расчет на прочность элементов из стали с нормативным сопротивлением $R_{yn} \leq 440$ МПа при центральном растяжении и сжатии произведен по формуле 5 СП 16.133330.2017:

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1,$$

где N – абсолютные значения продольной силы; A_n – площадь сечения нетто; R_y – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести; γ_c – коэффициент условий работы.

Расчет на устойчивость элементов сплошного сечения при центральном сжатии произ-

веден по формуле 7 СП 16.13330.2017:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1,$$

где N – абсолютные значения продольной силы; A – площадь сечения брутто; φ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, значение которого определяется в соответствии с СП 16.13330.2017.

В результате расчетов сделан вывод, что прочность, устойчивость и гибкость поясов антенной опоры, раскосов и распорок антенной опоры удовлетворяют требованиям СП 16.13330.2017 и достаточна для восприятия всех расчетных сочетаний нагрузок. Перемещения опоры на отметке 20 м от воздействия ветра также не превышают значения $H/100$, что удовлетворяет требованиям СП 16.13330.2017. Таким образом, подтверждена возможность установки проектируемого оборудования на данную опорную конструкцию.

Список источников

1. Петракова Н.В. Расчет вышки сотовой связи // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. статей Междунар. научн.-практич. конф. (г. Петрозаводск, 22 сентября 2019 г.). Петрозаводск, 2019. С. 92–97.
2. Голиков А.В., Михальчонок Е.А. Определение рациональной конструктивной формы башен сотовой связи // Вестник Российского университета дружбы народов. 2019. Т. 20. № 2. С. 163–173.
3. Перельмутер А.В. Становление и развитие ключевых идей проектирования высотных конструкций антенных сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 1. С. 10–20.
4. Тарануха Н.Л., Новиков М.Ю. Повышение эффективности проектирования антенно-мачтовых сооружений сотовой связи на основе оценки конструктивных решений // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2023. Т. 26. № 1. С. 84–90.
5. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Фиалко С.Ю., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Office: Версия 21: Вычислительный комплекс SCAD ++. Часть I. М.: «СКАД СОФТ», 2020. 558 с.
6. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Микитавренко М.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Office: Версия 21: Вычислительный комплекс SCAD ++. Часть II. М.: «СКАД СОФТ», 2020. 476 с.
7. Перельмутер А.В. SCAD Office. Расчет мачт на оттяжках. Киев.: «SCAD Soft», 2004. 44 с.
8. Fedorik F., Kala J., Haapala A., Malaska M. Use of design optimization techniques in solving typical structural engineering related design optimization problems // Structural Engineering and Mechanics. 2015. Vol. 55. P. 1121–1137.
9. Рутман Ю.Л., Островская Н.В. Динамика сооружений: сейсмостойкость, сейсмозащита, ветровые нагрузки: монография. СПб.: СПбГАСУ, 2019. 253 с.
10. Колодежнов С.Н. Разработка концепции наращивания мачтового сооружения связи // Строительная механика и конструкции. 2018. № 1. С. 86–96.

Информация об авторах / Information about the Authors

Ананьин Максим Александрович,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
floymian@mail.ru

Maxim A. Ananyin,
Master's Degree student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
floymian@mail.ru

Логунова Татьяна Александровна,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ta.loguna@gmail.com

Tatyana A. Logunova,
Master's Degree student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
ta.loguna@gmail.com

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

Natalya L. Dorofeeva,
Cand. Sci. (Technics),
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
dorofeeva@istu.edu

Влияние организации дорожного движения и дорожных условий на безопасность дорожного движения

© А.Н. Гаврищук, В.Б. Балабанов

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

Аннотация. В статье предложен перечень мероприятий в области организации дорожного движения, направленных на повышение безопасности автомобильных дорог общего пользования и снижение числа дорожно-транспортных происшествий на них. В статье рассмотрены основные правила назначения горизонтальных и вертикальных кривых для обеспечения безопасного расстояния видимости встречного автомобиля, отмечена проблема отсутствия боковой видимости препятствий на застроенных территориях. Обобщены положительные стороны организации канализированных пересечений и примыканий. Полосы движения, сформированные с помощью разметки и знаков особых предписаний на покрытии в зоне пересечения проезжих частей, упорядочивают потоки и помогают водителям выбрать безопасную траекторию движения. Также рассмотрены преимущества устройства пересечений автомобильных дорог в разных уровнях, изучены особенности движения автомобиля по горизонтальным кривым малого радиуса, предложено устройство односкатного поперечного профиля с использованием переходных кривых для повышения устойчивости автомобиля. Дана оценка эффективности применения сигнальных столбиков и барьерного ограждения, отмечена необходимость устройства искусственного освещения на участках автомобильных дорог с большим числом конфликтных точек между транспортом и пешеходами. Также в статье показана необходимость своевременного проведения работ по поддержанию технико-эксплуатационных показателей дороги и оперативному устранению последствий погодных явлений при содержании автомобильной дороги. На основе результатов проведенного исследования авторами выполнен анализ организации дорожного движения транспортного узла на пересечении переулка 20-й Советский и улицы Баумана в городе Иркутске и предложены рекомендации по повышению уровня безопасности на нем.

Ключевые слова: безопасность, организация движения, дорожные условия, видимость, транспортные потоки

The impact of traffic management and road conditions on road safety

© Alena N. Gavrishuk, Vadim B. Balabanov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article offers a list of measures in the field of traffic management aimed at improving the safety of public roads and reducing the number of road accidents on them. The authors examined the basic rules for assigning horizontal and vertical curves to ensure a safe visibility distance of an oncoming car, noted the frequent problem of the lack of lateral visibility of obstacles in populated areas. The positive aspects of the organization of channeled intersections and junctions are summarized. Traffic lanes formed with the help of markings and signs of special regulations on the pavement in the area of intersection of carriageways streamline flows and help drivers choose a safe trajectory. The advantages of the arrangement of intersections of highways at different levels are considered. The article studies the features of the movement of the car along horizontal curves of small radius, the device of a single-pitched transverse profile using transition curves to increase the stability of the car is proposed. An assessment of the effectiveness of the use of signal poles and barrier fencing is given, the need for artificial lighting on sections of highways with a large number of conflict points between transport and pedestrians is noted. The article also shows the need for timely work to maintain the technical and operational indicators of the road and promptly eliminate the consequences of weather events during the maintenance of the highway. Based on the results of the study, the authors analyzed the traffic organization of the transport hub at the intersection of 20th Sovetsky Lane and Bauman Street in Irkutsk and proposed recommendations for improving the level of safety on it.

Keywords: safety, traffic management, road conditions, visibility, traffic flows

Введение

Современную жизнь трудно представить без автомобиля. Этот вид транспорта задействован как во всевозможных производственных процессах, так и в повседневной деятель-

ности человека. Более 5 млрд т грузов в России ежегодно перевозятся автотранспортом, а число легковых автомобилей, передвигающихся по нашим дорогам, уже давно превысило 45 млн. И на фоне их стремительного ро-

ста все большую важность приобретают вопросы организации дорожного движения.

На первом месте среди всех аспектов, на которые оказывает влияние деятельность по организации движения, стоит обеспечение безопасности водителей и пешеходов. Равномерное распределение транспортной нагрузки на дорожную сеть регионов, строительство транспортных развязок, устройство выделенных полос для движения общественного транспорта – все эти меры способствуют снижению загруженности дорог и успокоению движения, оказывая значительное влияние на повышение безопасности дорожного движения.

Влияние дорожных условий на безопасность движения

Снижение числа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах – трудоемкая задача, решение которой требует комплексного подхода. Здесь имеет значение каждый этап жизненного цикла транспортного сооружения: от назначения геометрических параметров будущей дороги на этапе проектирования до оперативности реагирования служб по содержанию на плохие погодные условия в процессе ее эксплуатации.

Основу безопасности движения по автомобильной дороге составляют ее технико-эксплуатационные показатели. К числу таких показателей относят ширину проезжей части, ровность и шероховатость покрытия, наличие укрепления обочин, видимость на кривых в плане и продольном профиле, освещенность участков дороги в ночное время суток, наличие дорожной разметки, знаков соответствующего типоразмера, ограничивающего и удерживающего ограждения, светофоров и пр. Поэтому влияние дорожных условий на безопасность движения закладывается в процессе проектирования дорог, а реализуется в процессе эксплуатации дорог. Безопасность движения позволяют повысить следующие мероприятия.

Обеспечение видимости

Двигаясь по автомобильной дороге, водителю необходимо видеть обстановку на расстоянии, которое позволит своевременно отреагировать на возникшее на пути препятствие.

Движение по выпуклой кривой в продольном профиле с неправильно выбранной скоростью создает опасность столкновения с идущим на обгон встречным автомобилем. Свод правил 34.13330.2021 для скорости движения 60 км/ч устанавливает наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля не менее 170 м [1]. На застроенных улицах населенных пунктов или на местности с лесным массивом при наличии поворотов также возникает необходимость обеспечить боковую видимость препятствий, расположенных на обочине внутренней стороны кривой. Данная проблема характерна для пересечений и примыканий, особенно в зонах жилой застройки – здания, шумозащитные сооружения, озеленение улиц не всегда позволяют организовать боковую видимость автомобилей, движущихся по смежным дорогам.

Также не рекомендуется совмещать участки горизонтальных и вертикальных кривых. Скрытое от глаз водителя изменение направления дороги с примыканием второстепенной дороги по прямому направлению или резкий поворот сразу за вершиной выпуклой вертикальной кривой способны стать причиной дорожно-транспортного происшествия (рис. 1).

Устройство канализированных пересечений в одном уровне

Зоны пересечений и примыканий являются местами повышенной опасности, поскольку в таких местах происходит изменение скоростного режима и значительно возрастает количество маневров.

Для примыканий со значительной интенсивностью движения характерно наличие большого числа поворачивающих автомобилей. Чтобы помочь водителям выбрать безопасную траекторию движения, с помощью разметки и знаков особых предписаний на покрытии в зоне пересечения проезжих частей формируются полосы движения, предназначенные для упорядочивания потоков. Устройство канализированных пересечений и примыканий позволяет уменьшить негативный эффект локального снижения пропускной способности в таких местах.

¹СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги



Рис. 1. Ограниченная видимость на вертикальной выпуклой кривой

Устройство пересечений дорог в разных уровнях

Многоуровневые развязки повышают безопасность движения путем минимизации или полного исключения левых поворотов и пересечений транспортных потоков.

Устройство виражей на горизонтальных кривых малого радиуса

Движение автомобиля по горизонтальным кривым сопровождается воздействием на его траекторию центробежной силы. Даже опытный водитель, не выбрав правильный скоростной режим, может допустить занос автомобиля на таком участке. Для снижения сдвигающего и опрокидывающего воздействия на горизонтальных кривых применяют устройство виража.

Односкатный поперечный профиль проезжей части направляется во внутреннюю сторону закругления и повышает устойчивость автомобиля. Переходные кривые в начале и в конце закругления позволяют сделать нарастание и убывание центробежной силы плавным. Таким образом, вираж позволяет увеличить безопасную скорость прохождения кривых малого радиуса.

Нанесение дорожной разметки

Горизонтальная дорожная разметка является основным средством разделения и упорядочивания транспортных потоков на проез-

жей части. Выполняемая с применением светоотражающих технологий, она помогает водителю ориентироваться на дороге как в светлое, так и в темное время суток.

Находясь под постоянным воздействием шин, горизонтальная дорожная разметка быстро стирается с покрытия дороги, даже если она выполнена из современных термопластиков, в связи с чем особое внимание уделяется ее своевременному обновлению.

Вертикальная дорожная разметка помогает водителю своевременно обнаружить крупные препятствия. Ее наносят на вертикальные поверхности опор искусственных сооружений, парапетных ограждений и других элементов автомобильной дороги, расположенных в непосредственной близости к проезжей части и представляющих потенциальную опасность.

Установка направляющих и удерживающих устройств

Эффективным методом повышения безопасности движения является применение направляющих (сигнальные столбики) и удерживающих (барьерное ограждение) устройств.

Удерживающее барьерное ограждение устанавливается на участках высокой насыпи с крутым откосом (рис. 2). Конструкция современных ограждений устроена таким образом, что позволяет поглощать кинетическую энер-

гию удара в случае наезда и не позволяет автомобилю покинуть пределы полотна дороги.

Светоотражатели, устанавливаемые на балку барьерного ограждения, выполняют роль направляющего устройства наравне с сигнальными столбиками, легко воспринимаются водителем визуально в любое время суток, помогая придерживаться безопасного положения на дороге и видеть край проезжей части.

Наружное освещение участков повышенной опасности

Устройство искусственного освещения на участках автомобильных дорог с большим числом конфликтных точек между транспортом и пешеходами (населенные пункты, объекты дорожного сервиса, искусственные сооружения) значительно улучшает для водителя видимость препятствий и восприятия дорожной обстановки.

Своевременное проведение работ по содержанию автомобильной дороги

В процессе эксплуатации на автомобильной дороге неизбежно происходит износ покрытия проезжей части, приходят в негодность элементы обустройства, постоянное влияние на безопасность движения также оказывают погодные условия.

По мере износа покрытия ухудшаются сцепные качества покрытия, что способствует увеличению тормозного пути автомобиля и создает опасность заноса. Водитель не всегда может самостоятельно определить каче-

ство покрытия, особенно в условиях ограниченной видимости при неблагоприятных погодных условиях.

Устранение влияния погодных факторов (удаление с дороги выпавшего снега, борьба с гололедом, обеспыливание в летний период), ремонт дефектов покрытия (рис. 3), восстановление слоя износа с увеличением сцепных качеств покрытия – задачи службы по содержанию дороги.

Для исследования восприятия водителем информации был выбран перекресток на ул. 20-й Советский пер. г. Иркутска.

Анализ состояния организации дорожного движения транспортного узла ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана:

Определение фактической интенсивности транспортного узла ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана (новое направление)

Определение фактического состава транспортных средств на исследуемом участке представлено в табл.

Таблица. Определение фактической интенсивности транспортного узла ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана

Тип транспорта	Фактическая N	
	%	авт/ч
Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	91	1076
До 2 т	5	56
Автобусы	4	48
Итого	100	1180



Рис. 2. Участок с высокой насыпью



Рис. 3. Дефекты существующего покрытия

Фактическая интенсивность ул. 20-й Советский пер. составляет 916 авт/ч, а интенсивность ул. Баумана – 264 авт/ч, исходя из показателей можно сделать вывод, что направление ул. Баумана менее загружено.

Обустройство транспортного узла представлено дорожными знаками 2.1 «Главная дорога», 5.5 «Дорога с односторонним движением», 5.19.1, 5.19.2 «Пешеходный переход» и пешеходным ограждением.

Определение фактической интенсивности пешеходов ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана (новое направление)

Интенсивность движения пешеходов – это число пешеходов, передвигающихся через поперечное сечение за единицу времени.

Фактическая интенсивность пешеходов на пешеходном переходе ул. 20-й Советский пер. составила 332 ч/час, а по ул. Баумана – 208 ч/час (рис. 4, 5).

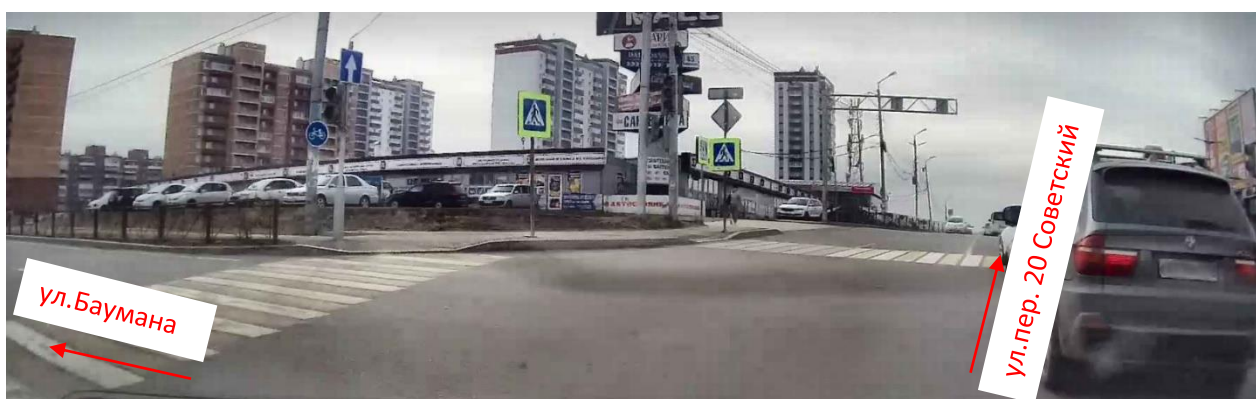


Рис. 4. Перекресток ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана



Рис. 5. Нерегулируемый пешеходный переход ул. 20-й Советский пер.

За время наблюдения был зафиксирован ряд нарушений как со стороны водителей, так и пешеходов. В частности, некоторые водители, приближаясь к пешеходному переходу, не сбавляли скорость движения, а пешеходы пересекали проезжую часть в неполюженном месте.

Анализируя транспортный узел ул. 20-й Советский пер. и ул. Баумана можно сделать следующие выводы:

- направление движения ул. Баумана – ул. 20-й Советский пер. (поворот направо) имеет ограниченную видимость для водителей, тем самым увеличивая время реакции для торможения;
 - пешеходы пересекают проезжую часть в неполюженном месте (рис. 6).
- Для исключения нарушений, изложенных выше, необходимо устройство регулируемого пешеходного перехода.

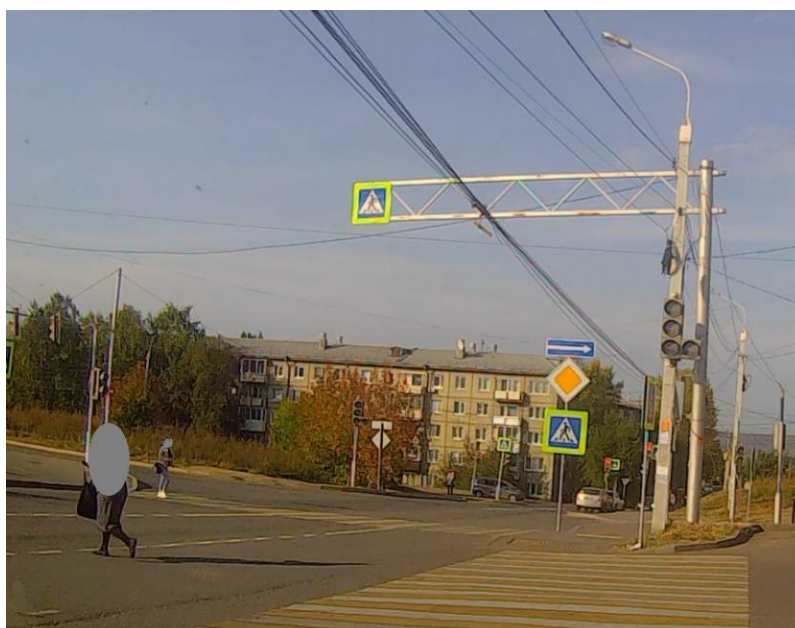


Рис. 6. Пересечение пешехода ул. 20-й Советский пер. в неполюженном месте

Заключение

Повышение безопасности дорожного движения требует проведения комплекса мероприятий:

- повсеместное использование современных средств организации движения с повышенными эксплуатационными качествами: алмазные светоотражающие пленки для дорожных знаков, термопластики со световозвращающими шариками, светофоры с мигающим режимом на пешеходных переходах и пр.;
- проектирование и строительство дорог с учетом особенностей ландшафта для обеспечения видимости препятствий и встречных автомобилей;
- повышение уровня обустройства пере-

сечений и примыканий путем выделения отдельных полос для разгона/торможения и строительства многоуровневых транспортных развязок;

- непрерывная работа по содержанию автомобильных дорог и оперативное информирование водителей об изменяющихся условиях движения;
- устройство обустроенных регулируемых пешеходных переходов.

Кроме того, положительное влияние на безопасность дорожного движения и снижение количества ДТП окажут повышение требований к конструктивной безопасности автомобилей и их техническому состоянию в условиях эксплуатации.

Список источников

1. Поспелов П.И. Дорожные условия и безопасность движения. Ташкент: ТИПСЭАД, 2018. 208 с.
2. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. М.: Высшая школа, 2007. 383 с.
3. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
4. Кравченко П.А. Организационный и технологический ресурс решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в РФ // Транспорт Российской Федерации. 2008. № 2. С. 44–49.
5. Бадагуев Б.Т. Безопасность дорожного движения. Приказы, инструкции, журналы, положения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Альфа-пресс, 2012. 264 с.
6. Василенко В.А. Психологические особенности водителя, как фактор безопасности дорожного движения, 2013. № 2. С. 309–312.
7. Бадагуев Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения). М.: Альфа-пресс, 2012. 240 с.
8. Романов А.Н. Автотранспортная психология. М.: «Академия», 2002. 224 с.
9. Бершадский В.Ф. Основы управления механическими транспортными средствами и безопасность движения. Минск: Алфея, 2013. 458 с.
10. Хуснутдинова Р.И. Повышение эффективности и безопасности дорожного движения при эксплуатации автотранспортных средств // Концепция и модели устойчивого инновационного развития общества. Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Часть 1. (г. Омск, 04 февраля 2020 г.). Омск, 2020. С. 53–56.

Информация об авторах / Information about the authors

Гавришук Алена Николаевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
gavrishuk_an@mail.ru

Alena N. Gavrishuk,
Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
gavrishuk_an@mail.ru

Балабанов Вадим Борисович,
к.т.н., доцент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
wadimbb@gmail.com

Vadim B. Balabanov,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
wadimbb@gmail.com

Био-тек как стиль архитектуры Сантьяго Калатравы

© П.С. Горощенова

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

Аннотация. В статье рассматривается взаимосвязь архитектурного стиля био-тек с творчеством испанского архитектора, инженера-строителя, скульптора и художника Сантьяго Калатрава Валлса. Все его проекты имеют определенные особенности, отличающие строения Калатравы от построек других архитекторов вне зависимости от стиля и эпохи. В связи с чем возникают трудности при отнесении творчества испанского архитектора к какому-либо стилю. Данная статья призвана разобраться с противоречиями и определить стиль архитектуры Сантьяго Калатравы как био-тек, т. к. все его проекты так или иначе построены на образах живых существ: от рыб до человека – и их частях. Помимо этого, у био-тека есть свои характерные черты, перечисленные в статье, которые мы наблюдаем и в проектах Калатравы. В научной работе дается определение стилю био-тек и перечисляются его особенности, проводится анализ творений испанского архитектора: небоскреб Turning Torso, планетарий L'Hemisfèric, павильон в ОАЭ для Expo 2020 Dubai, вокзал «Ориенте» и некоторых других. Выделены отличительные черты этих строений: образ, цвет и материалы. Выявлены прототипы, взятые из живой природы, которые вдохновили автора на создание той или иной архитектуры здания.

Ключевые слова: архитектура, архитектурные стили, Сантьяго Калатрава, био-тек, бионика

Bio-tech as a Style of Architecture by Santiago Calatrava

© Polina S. Goroshchenova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the relationship between the bio-tech architectural style and the work of the Spanish architect, civil engineer, sculptor and artist Santiago Calatrava Valls. All of his projects have certain features that distinguish the buildings of Calatrava from the buildings of other architects, regardless of style and era. In this connection, there are difficulties in attributing the work of the Spanish architect to any style. This article aims to deal with the contradictions and define the style of architecture of Santiago Calatrava as bio-tech, since all his projects are somehow built on the images of living beings: from fish to humans - and their parts. In addition, the bio-tech has its own characteristics, listed in the article, which we also observe in Calatrava's projects. The article defines the bio-tech style and lists its features, analyzes the creations of the Spanish architect: the Turning Torso skyscraper. The article highlights the distinctive features of these buildings: image, color and materials. The article reveals prototypes taken from wildlife, which inspired the author to create this or that architecture of the building.

Keywords: architecture, architectural styles, Santiago Calatrava, biotech, bionics

Существует неоднозначное мнение насчет архитектуры Сантьяго Калатравы. Одни считают, что это «романтический хай-тек», как например, Соловьева В.И., автор статьи «Сантьяго Калатрава – инженер-архитектор». В своей работе она отмечает, что Калатрава: «Признанный лидер направления, которое часто называют “романтическим хай-тэком”» [1]. Ряд других авторов: Гридасов-Новиков Д.Д., Волчок Ю.П., Чередица И.С. – пишут о том, что его архитектура пребывает в движении и то, что она вдохновлена не иначе как танцем: «Выдвигается гипотеза о схожести приемов архитектурного формообразования в работах Калатравы и построения испанского танца» [2]. Ни стиль хай-тек, ни био-тек, ни какой-

либо другой не берет за основу формообразования танец человека, в связи с чем возникает вопрос о введении авторами статьи нового стиля архитектуры. Быстрова Т.Ю. же в своей работе «Место органической архитектуры в творчестве Сантьяго Калатравы» говорит о том, что творчество испанского архитектора маркируется достаточно противоречиво, от «био-тека» до «романтического хай-тека» [3].

Несмотря на то, что на этот счет существует множество различных мнений, большинство авторов все-таки склоняются к тому, что стиль архитектуры Сантьяго Калатравы – это био-тек, так как прообразами его проектов служат биологические существа: животные, растения и даже люди.

Био-тек или архитектурная бионика – стиль, который базируется на использовании в архитектуре различных свойств живой природы, т. е. прототипами архитектурных объектов являются организмы, их структуры и функции. Главное отличие облика таких зданий – наличие биоморфных криволинейных форм, оболочек. Новый архитектурный стиль пока имеет более обширную теоретическую часть, чем градостроительную практику и находится в процессе своего становления. Активное развитие техники и все большее отдаление от природы, ее естественности и красоты, побудило человека создавать «островки жизни» в нашем индустриальном мире. Возникла потребность не только привносить в города зеленые зоны: газоны, парки – а также уйти от образа небоскребов и однотипных домов, заменяя их чем-то более «живым» и гармонизирующим с природой.

Впервые видение целостности человека с архитектурой и ландшафтом на основе положений эволюционной биологии заложил Луис Генри Салливан (американский архитектор, 1856–1924 гг.) в конце XIX в. Позже эти принципы стал развивать Фрэнк Ллойд Райт (1867–1959 гг.) в своей «органической архитектуре». Определение бионики (основы архитектурной бионики) в 1958 г. сформулировал Джек Э. Стилл [5]. В Европе основоположником био-тека считается Антонио Гауди, в России бионикой интересовались В.В. Зельфельд и Ю.С. Лебедев.

На сегодняшний день био-тек связан со следующими именами архитекторов: Заха Хадид, Фрэнк Гери и другие. Это относительно новый стиль, толчком к развитию которого послужили новые материалы и технологии, а также активное развитие 3D-моделирования.

Характерными чертами био-тека являются:

– естественное продолжение природных форм (здание вписывается в ландшафт таким образом, что овраги, водоемы, растения и т. п. являются частью общей, целостной идеи. Например, в швейцарских Альпах находится

дом-мастерская скульптора Элис Трепп, который лаконично встраивается в ландшафт благодаря повторению контуров рельефа, создавая единение архитектуры с природой);

– пластичность, текучесть фасадов (продуманная изящная пластика создает гармонию с пейзажем);

– панорамное остекление (вместо того, чтобы отгораживаться от природы стенами здания, человек становится частью окружающей среды. Жильцу такого дома открываются красивые виды, насладиться которыми можно сразу с нескольких ракурсов);

– экологически чистые материалы (натуральный камень, бетон и т. п.) либо системы экологически чистого жизнеобеспечения (солнечные батареи, озелененные террасы, коллекторы, куда собирается дождевая вода);¹

– наполненность символикой (например, Храм Лотоса в Нью-Дели представляет собой цветок лотоса, каждый лепесток которого символизирует определенную веру, и смыкаясь вместе они означают единство бога);

– подражание живой природе. Пожалуй, это главная его черта, отличающая архитектурную бионику от других стилей.

Сантьяго Калатрава Валлс (род. в 1951 г.) – испанско-швейцарский архитектор, скульптор и инженер-строитель, который выработал стиль, непохожий ни на один другой, что позволяет ему быть узнаваемым, но при этом трудно вписываемым в рамки уже известных школ и стилей [10]. Концепции для своих проектов он разрабатывает таким образом, что здание начинает восприниматься и существовать как единый организм, причем не только визуально, но также и в конструктивно-планировочном плане. Архитектурные шедевры данного автора идеально гармонизируют с окружающей средой, обладают необыкновенной пластикой и гибкими линиями контуров, а идеи их формообразования взяты из живой природы, что дает основания отнести его стиль к био-теку.

Так, известный во всем мире небоскреб Turning Torso (Мальме, Швеция), что переводится как «Поворачивающийся торс» (рис. 1),

¹ Архитектура благополучия. Архитектурная бионика: особенности стиля и принципы построения зданий. 2023. [Электронный ресурс]. URL:

<https://ppart.ru/stati/arhitekturnaya-bionika-osobennosti-stilya-i-principy-postroeniya-zdaniy/> (09.04.2023).

был спроектирован по образу развернувшегося торса человека. Помимо того, еще как скульптор, он уловил именно те изгибы человеческого тела, которые оно принимает при вращательном движении [10]. Здание будто бы из-за спины делает плавный поворот, как персона, которую мы неожиданно хотим о чем-то спросить, резко отвлекается от своих дел и обращает внимание на нас. Возникает иллюзия контакта с нами. Строение создает впечатление чего-то живого и дружелюбного. 54-этажное здание, состоящее из 9 сегментов, опирается на бетонный стержень, функцией которого является опора здания и защита его от разрушений. Этот стержень можно сравнить с позвоночником человека, выполняющим ту же функцию. Внутри строения имеется круглый холл из стальной арматуры. Трубчатые конструкции, как отростки позвонка, являются основным каркасом и связывают 9 разворачивающихся несущих секций.

У Калатравы есть и другие реализованные проекты, вдохновением для которых послужили части тела человека. Планетарий L'Hemisfèric (1998 г.) и Аудиторио-де-Тенерифе (2003 г.) на Канарских островах (рис. 2) имеют сходства со строением человеческого глаза. Издалека можно уловить даже контур брови и некоторое подобие века. В 1991 году архитектор выиграл конкурс на преобразование Валенсии, города в Испании. Он предложил оригинальный проект, который включал в себя оперный театр, научный музей, планетарий, галерею и океанографический парк. Концепция L'Hemisfèric – это «всевидящее око», изучающее мир. Полусферический купол кинотеатра IMAX является «зрачком». Складчатые алюминиевые навесы, своего рода крыша здания, очерчивают «веко». Этот интересный комплекс на сегодняшний день является визитной карточкой Калатравы и привлекает множество людей со всего мира.



Рис. 1. Turning Torso (2001–2005 гг.)

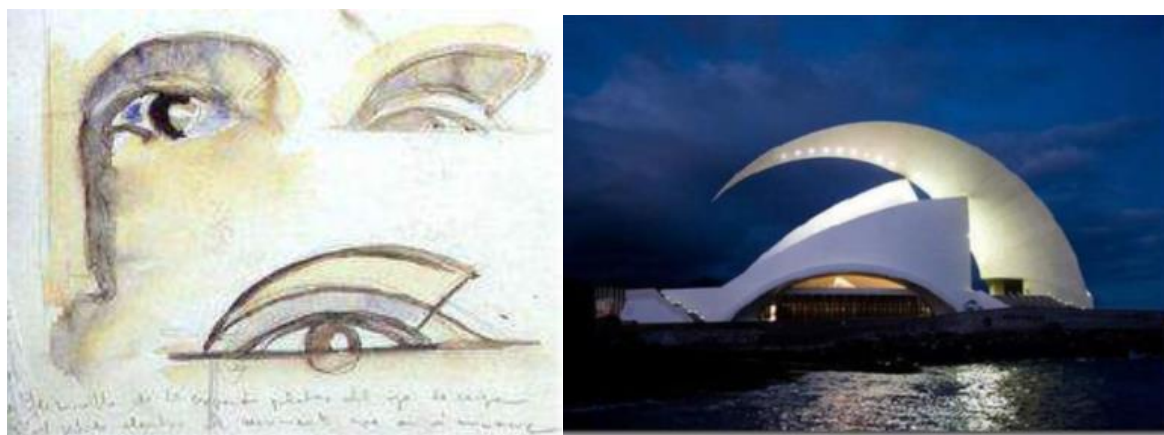


Рис. 2. Аудиторио-де-Тенерифе на Канарских островах

Что касаясь других его строений, то многие из них напоминают кости рыбы. Калатрава предпочитает белый цвет в своих проектах, т. к. он олицетворяет для него цвет солнца [10], что также символизирует тепло, а тонкие белые тросы, как, например, в Мостовой переправе Аламилло в городе Севилья (1992 г.), 66-метровая наклонная опора в мостовом сооружении Сандиал в городе Реддинг (2004 г.), павильон «Квадраччи» в Милуоки (2001 г.), мост «Арфа Давида» в Иерусалиме (2005–2008 гг.) и многие другие его проекты заставляют вспомнить части строения рыб: плавники, кости, хвосты, а иногда и самих рыб, скатов, китов [10]. Белые тонкие и заостренные к концу палочки, из которых собираются части конструкции напоминают скелет рыбы, у которой есть главный позвонок, под определенным углом к которому крепятся остальные более тонкие косточки. Такая ассоциация особенно ярко видна на примере части павильона Квадраччи – *Burke Brise Soleil*. Калатрава из таких палочек собрал птицу в полете. С течением времени «крылья» то расправляются, то складываются. Полное движение занимает всего три минуты. Встроенные датчики контролируют скорость ветра и при сильных порывах закрывают крылья. Эта «живая» конструкция привлекает к себе толпы туристов.

Другое здание Калатравы некоторые срав-

нивают с двумя переплетенными вместе руками, а кто-то – с закрытой раковиной моллюска. Агора в Валенсии сделана из металла и обложена мозаикой синего цвета, которая красиво переливается на солнце. Внутреннее пространство является универсальным для различного рода мероприятий. Здесь могут проводиться как спортивные состязания, так и конференции, концерты, конгрессы, спектакли и выставки.

Калатрава также разработал дизайн павильона в ОАЭ для *Expo 2020 Dubai*. Уклон был сделан на заботу о природе. На территории есть зеленые зоны, здание вырабатывает альтернативные источники энергии, а в самой конструкции использованы экологически чистые материалы. Изюминкой данного проекта являются 28 консольных крыльев, которые достаточно быстрые и автономные и за три минуты охватывают диапазон от 110 до 125 °. В крышу внедрены фотоэлектрические панели, а сама проектировка объекта обеспечивает защиту здания от неблагоприятных погодных условий. Прототипом павильона послужило крыло птицы. Архитектор сказал, что на создание этого проекта его вдохновил образ сокола в полете. До этого к очертанию птиц, а именно к силуэту голубя, он обращался при создании транспортного терминала ВТЦ в Нью-Йорке.



Рис. 3. Павильон «Квадраччи». Г. Милуоки, США (2001 г.)

Также среди построек есть вокзал «Ориенте» в Лиссабоне (1989–1998 г.), напоминающий живой лес с множеством деревьев. Это один из крупных транспортных узлов Португалии, который включает в себя станцию метро, автовокзал и железнодорожный вокзал. При строительстве использовались бетон, стекло и металл, которые являются не только прочными строительными материалами, а также экологичными. Несмотря на то, что Ориенте стал главным вокзалом столицы, принимая поезда ближнего и дальнего следования, международные рейсы, внутри него нет суеты, которая свойственна крупным вокзалам. Сдвоенные массивные арки напоминают ребра гигантского животного: остов кита. Платформы и восемь железнодорожных путей подняты над землей и расположены под полупрозрачной крышей, стоящей на тонких металлических столбах, которые разветвляются кверху, напоминая пальмовые деревья. Сам архитектор говорил: «Метаморфозы форм оптимально решены в животных и растениях с их способностью расти и двигаться. Движение стало для меня источником вдохновения. Складываемость и мобильность – аспекты, интересующие меня все больше с каждым днем. Я посвятил себя изучению живых форм».

Из всего перечисленного можно сделать вывод, что неповторимый и всюду узнаваемый стиль Сантьяго Калатравы можно отнести к недавно зародившемуся био-теку. Во-первых, его проекты обладают зооморфностью форм, движением, асимметричностью и плавностью, что очерчивает перед нами образы тех или иных живых существ, растений, рыб или их частей. Во-вторых, материалами, используемыми Калатравой, в основном являются бетон, металл, стекло, что характерно для бионической архитектуры. В-третьих, здания гармонично вписываются в пейзаж местности. Так, например, «Городок науки и искусства» в Валенсии (1994–1998 г.) играет с отражениями в водной глади, будто под водой

есть его продолжение, а здание оперы Аудиторио-де-Тенерифе им. Адана Мартина в Испании (1997–2003 г.) не только «ладит» с прибрежным пейзажем, а также своим «хвостом» будто поглаживает небосвод. В заключении стоит отметить, что архитектура Сантьяго Калатравы обладает своей философией. Монжуикская телебашня в городе Барселона, Испания (1989–1992 г.) олицетворяет спортсмена, держащего Олимпийский огонь, т. к. компания Telefonica, которая заказала проект в 1992 году, осуществляла трансляцию Олимпийских игр (рис. 4).



Рис. 4. Павильон «Квадраччи». Г. Милуоки, США (2001 г.)

Таким образом, Сантьяго Калатрава Валлс является ярким представителем архитектурной бионики, которая сочетает в себе те же принципы, что и использует Калатрава при проектировании своих архитектурных шедевров.

Список источников

1. Соловьева В.И. Сантьяго Калатрава – инженер-архитектор // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАПХИ: сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 08–12 апреля 2013 г.). Москва, 2013. С. 508–511. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23807120> (11.04.2023).
2. Гридасов-Новиков Д.Д., Волчок Ю.П., Череди́на И.С. Танец как прием передачи движения в творческом методе

- архитектора Сантьяго Калатравы // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2019. С. 99–106. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37383040> (11.04.2023).
3. Быстрова Т.Ю. Место органической архитектуры в творчестве Сантьяго Калатравы // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2014. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21356084> (11.04.2023).
4. Лексина О.И. Взаимосвязь измерений пространства как идея формы в проектно-художественной деятельности Сантьяго Калатравы // Материал-технология-форма как универсальная триада в дизайне, архитектуре, изобразительном и декоративном искусстве: материалы Междунар. науч. конф. (г. Москва, 18 мая 2018 г.). Москва, 2018 г. С. 282–285. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36427366> (11.04.2023).
5. Лангольф А.А. Архитектурная бионика в работах Сантьяго Калатравы // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 02–06 апреля 2018 г.). Москва, 2018. С. 119–121. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36823060> (10.04.2023).
6. Салех М.С. Бионика и геометрическое формообразование в архитектуре Сантьяго Калатравы // Сб. статей по итогам Междунар. молодежной науч. конф., посвящённой 55-летию РУДН (г. Москва, 18–21 ноября 2014 г.). Москва, 2014. С. 288–292. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24637247> (10.04.2023).
7. Воронцова А.В. Нередко стиль Сантьяго Калатравы определяют как биотек // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: сб. материалов науч.-практ. конф. (г. Владимир, 22 марта–09 апреля 2021 г.). Владимир, 2021. С. 404–409. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46572029> (09.04.2023).
8. Кукушкин Р.И., Чупрынин В.Д. Особенности творческого стиля Сантьяго Калатравы // Избранные доклады 65-й юбилейной университетской науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых (УНТК-2019) (г. Томск, 25 апреля 2019 г.). Томск, 2019. С. 729–738. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41399534> (11.04.2023).
9. Голик К.С. Мир будущего в настоящем: Архитектурный стиль био-тек в работах архитектора Сантьяго Калатравы // Материалы VII Всерос. науч.-техн. конф. молодых исследователей (г. Волгоград, 20–25 апреля 2020 г.). Волгоград, 2020. С. 23–26. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44381446> (11.04.2023).
10. Поляков Е.Н., Дончук Т.В. Бионические аспекты в творчестве Сантьяго Калатравы // АРХИТЕКТОН: ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29659355> (11.04.2023).

Информация об авторе / Information about the Author

Горощенко Полина Сергеевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
polinagoroshchenova@mail.ru

Polina S. Goroshchenova,
Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
polinagoroshchenova@mail.ru

Этапы формирования садово-паркового проектирования в поселке Листвянка

© В.Э. Колосовская

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

Аннотация. В данной статье проанализированы и описаны ключевые этапы формирования садово-паркового проектирования зарубежного и отечественного опыта. Были рассмотрены расположения и географические особенности выбранных примеров, а также их пересечение с существующей ситуацией и выполняемые ими роли. В качестве примера была выбрана и изучена территория поселка Листвянка. В статье также обосновывается выбор данной местности. На примере территории была показана необходимость в сохранении исторически ценной среды и возникающей при этом потребности в создании более новых пространственно архитектурно-художественных ценностей, которые помогут сформировать более современные образы пространства и при этом сохранить исторический контекст места. Разработка концептуального предложения будет зависеть от особенностей места и методов, применяемых при формировании открытых общественных пространств. Из проанализированных примеров подтипов пространств были сформированы их составляющие: водная зона, парковая зона, зеленая зона, историческая зона, общественная зона, транспортная зона и другие. Подтипы созданы для того, чтобы при изучении определенной территории, правильно подобрать той или иной подтип и прийти к его модернизации.

Ключевые слова: открытые общественные пространства, садово-парковая архитектура, анализ, особенности формирования парка

Stages of Landscape Gardening Design Formation in Listvyanka Village

© V.E. Kolosovskaya

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article analyzes and describes the key stages in the formation of landscape design of foreign and domestic experience, considers the location and geographical features of the selected examples, as well as their intersection with the existing situation and their roles. The article studies the territory in the case of Listvyanka village area, and also substantiates the choice of this area. Using the example of the territory, the article shows the need to preserve the historically valuable environment and the resulting need to create newer spatial architectural and artistic values that will help form more modern images of space and at the same time preserve the historical context of the place. The development of a concept proposal will depend on the characteristics of the site and the methods used in the formation of open public spaces. From the analyzed examples of subtypes of spaces, the article defines their components: water zone, park zone, green zone, historical zone, public zone, transport zone and others. Subtypes are necessary in order to study a certain territory, to choose the right subtype and come to its modernization.

Keywords: open public spaces, landscape gardening architecture, analysis, features of park formation

Поселок Листвянка расположен у подножия Приморского хребта, территория тянется по узкому берегу озера Байкал. Данная местность уникальна и очень значима для Иркутской области и Иркутского населения, т. к. является одной из главных достопримечательностей озера. Однако Листвянка нуждается в полном или частичном формировании грамотного и привлекательного туристического образа, с помощью методов и приемов, которые помогут создать целостное композиционное

решение и индивидуальный образ данной местности.

В XX веке поселок получил свое первое название – «Лиственничное», которое было заменено на нынешнее в связи с его частым использованием людьми в разговорной речи. Такое наименование Листвянка получила из-за лиственниц, которые растут на всей ее территории.

Туристическая деятельность в поселке начала свое развитие в 1990-е годы с нача-

лом активной рыночной экономики по продаже рыбы и сувениров из местных материалов. В связи с этим шло развитие гостиниц и кафе в поселке. Спустя время небольшая Листвянка растянулась на несколько километров вдоль побережья Байкала.

На территории существует необходимость в сохранении исторически ценной среды и потребность в создании более новых пространственных и архитектурно-художественных качеств, которые помогут создать более современные образы пространства с сохранением исторического контекста места.

Актуальность данной темы состоит в невыразительном образе архитектуры и архитектурно-ландшафтных пространств на данной местности. В связи с этим возникает потребность в улучшении качества этой среды с помощью грамотной и выразительной природной составляющей.

Для создания комфортного пространства и организации облика поселка Листвянка формируются композиционные и архитектурно-художественные задачи.

В данной работе используются теоретические и эмпирические методы исследования:

- сбор информации и изучение научной литературы;
- анализ и описание выбранной информации;
- выявление отличительных признаков в организации пространства.

Разработка концептуальных предложений зависит от особенностей местоположения и методов, применяемых при формировании открытых общественных пространств. Сохранение уникальности природного ландшафта и растительного покрова, антропологическое воздействие на окружающую среду – все эти задачи должны выполняться одновременно со специальными мероприятиями по безопасности и комфортности данных зон.

Для разработки концепции, на примере зарубежного и отечественного опыта, рассмотрим особенности структурирования и формирования садово-парковых территорий со схожей ситуацией.

Domino Park, спроектированный в 2018 году и расположенный в бруклинском

районе Уильямсбург, стал одним из первых парков в городе Нью-Йорк, реализовавших способ социального дистанцирования на 2,4 метра. На траву меловой краской были нанесены белые круги, диаметр которых зависел от количества вмещаемых в него людей. Территория занимает 2,4 га и включает в себя детскую площадку, интерактивные водные конструкции, волейбольную площадку, магазин с открытой обеденной зоной и несколько зон для отдыха с шезлонгами и скамейками (рис. 1).

Каждые новые этапы жизни человека в обществе подлежат изменениям. Например, в связи с современными проблемами, в общественной среде создается личное пространство и формируются мини-экосистемы.

Сады у залива в Сингапуре – это необычный парк, удивляющий своей красотой и размерами. Его площадь – более 100 га. В нем собраны высокие деревья и сооружения в виде вертикальных садов. В парке насчитывается 18 деревьев, которые достигают до 50 м в высоту. В ночное время в парке освещаются оранжереи, среди которых выделяют две – Цветочный купол и Облачный лес. Сады спроектированы с учетом своего микроклимата под куполом (рис. 2).

Далее рассмотрим Центральный парк Валенсии. Его площадь составляет 11,5 га. Данный пример показывает, как гармонично можно вписать открытую ландшафтную среду в контекст большого города (рис. 3).

Видно, что в формировании парка участвовали существующие оси улиц и застройки, они помогли выявить те самые живые формы, которые разделяются на разные функциональные зоны для большего оживления территории.

«Новая Голландия» – это два искусственных острова в центре Санкт-Петербурга, расположившиеся между р. Мойкой, Адмиралтейским и Крюковым каналами. Со времен Петра I здесь хранили лес для строительства кораблей, а первые постройки из камня появились в 1760-х годах. В XX веке это пространство находилось в ведомстве министерства обороны, пока в 2004 году не было передано городу. Городские власти решили реконструировать острова за счет частных инвесторов.

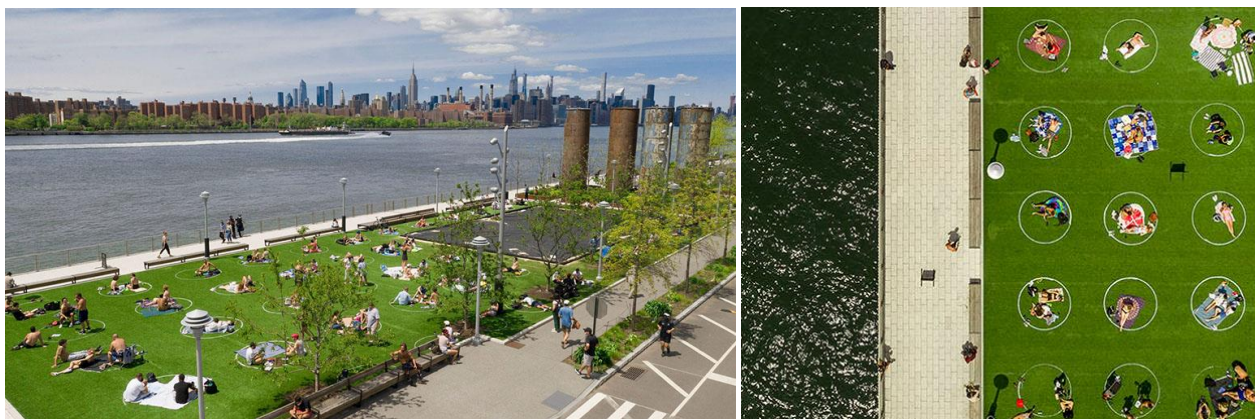


Рис. 1. Domino Park



Рис. 2. Сады у залива в Сингапуре



Рис. 3. Центральный парк Валенсии

16 июля 2011 года «Новая Голландия» впервые в истории была открыта для посещения, представив выставку проектов архитектурных бюро – претендентов на участие в реконструкции. Победителем стала американская компания WorkAC.

Внимание в проекте уделено благоустройству и озеленению территории, над которым работала компания West 8 из Нидерландов.

На островах появилась липовая аллея с дорожками, и были высажены многолетние дубы, ивы и ели. Ландшафтным бюро «Мох» разбит травяной сад в стиле «Новые многолетники».

Фонари и скамейки сделаны по мотивам существующей в Петербурге уличной мебели, и они интегрируют проект в контекст городского пространства. Центральным местом

остаётся зелёный газон, который уже полюбился гостям. В зимний период на месте газона формируют каток с натуральным ледяным покрытием.

Аттракционом для детей стал макет корпуса фрегата «Петр и Павел», выполненный в масштабе, приближенном к оригиналу. На территории островов размещаются крупные скульптуры, арт-объекты. Полное завершение работ по реконструкции запланировано к 2025 году (рис. 4).

Парк Галицкого находится в северо-восточной части города Краснодара. Парк построен относительно недавно и составляет больше 20 га. На территории уже посажено больше двух тыс. деревьев, таких как дуб, бонсай, ольха, сосна, декоративная слива и др.

Стоит отметить, что список расположенных на территории площадок обширен. В парке построена скейт-площадка, скульптуры, музыкальный лабиринт, амфитеатр, стадион и т. д. Поэтому Парк Галицкого порадует жителя и туриста, который захочет провести досуг на широкой, яркой и лиственной территории (рис. 5).

Парковое пространство не могло формироваться без учёта особенности территории, её истории, культуры, направленности человеческих интересов во времени. И самое главное, сохранение исторических черт и направление их в сторону арх-будущего. В современном мире так же ценится детальность, использование современных и долговечных материалов, экоматериалов. Все это разрабатывается для пространственного взаимодействия природы и человека.

Теперь для решения ранее обозначенных задач в проектировании были рассмотрены следующие предложения:

- формообразование структурированной сетки для формирования зон (макрозон и микророзон);
- концепция малых архитектурных форм;
- устройство информационных указателей;
- озеленение территории (ландшафт территории) с сохранением существующего озеленения;
- организация уличного освещения.

Формирование уличного освещения обеспечивает безопасность и комфортность пребывания людей в парках. Количество и тип



Рис. 4. Парк Новая Голландия



Рис. 5. Парк Галицкого

освещения зависит от размера освещаемой зоны, плотность зеленых насаждений, расположение беседок и площадок для детских игр и других развлечений.

Озеленение территории учитывается за счет изученного природно-климатического фактора. Особенности растительного покрова территории и внедрение новых, устойчивых по климату растений.

В поселке система озеленения может формироваться из различных видов насаждений.

Живые изгороди выполняют роль искусственных оград, для этих целей используют кустарники. Защитные изгороди создаются из колючих кустарников, а декоративные изгороди из кустарников с цветами.

Лесные массивы, зоны с большим количеством деревьев, произрастающих на значительной площади, могут быть естественного и искусственного происхождения, чистые и смешанные. Они создают картину величественности природы.

Роща – это небольшой лесной массив, чаще всего чистого насаждения. Они бывают березовые, дубовые, сосновые, еловые.

Куртины и группы древесных растений создаются обычно искусственно и размещаются на открытых местах. При правильном размещении элементов куртин на рельефе получаются живописные пространства.

Газон и травяной покров являются фоном для посадок и парковых сооружений и самостоятельным элементом ландшафтной композиции.

На клумбах и грядках с различными формами цветочные растения размещают по определенному рисунку с учетом окраски их цветов и листьев.

Аллея считается рядовой посадкой деревьев вдоль улицы или парка. Она создает пря-

молинейность, перспективу, предохраняет пешеходов от зноя (рис. 6).

Устройство информационных указателей играет важную роль в жизни человека, т. к. служат элементами навигации. Для туристов они определяют местоположение определенного объекта, а для водителей и пешеходов обозначают дорожные знаки и указатели места.

Малые архитектурные формы благоустройства – неотъемлемая часть эстетического облика городского пространства. Они могут служить в качестве эстетичного украшения городской среды или быть функциональными.

Так же малые архитектурные элементы повышают уровень комфорта городской среды, украшают окружающее пространство и зонировать территорию с расставлением акцентов в среде.

Проведя аналитическую часть, определим преобладание разных функциональных зон и первый образ на основе геометрических закономерностей существующей застройки и особенностей рельефа. С помощью анализа градостроительной ситуации строится сетка осей. За основу композиционного ключа берутся формы зданий, дороги, особенности рельефа. За счет этого формируется первый образ, новые транспортные потоки и особенности территории (рис. 7).

Вопрос грамотного формирования территории поселка Листвянка должен включать в себя систему мероприятий, направленных на решение таких задач как: планирование ландшафтного дизайна среды с помощью организации озеленения; создание комфортного освещения; добавление малых архитектурных форм и других факторов для улучшения пространственной структуры территории. На рис. 8 предлагается концепция по благоустройству данной территории.



Рис. 6. Виды зеленых насаждений

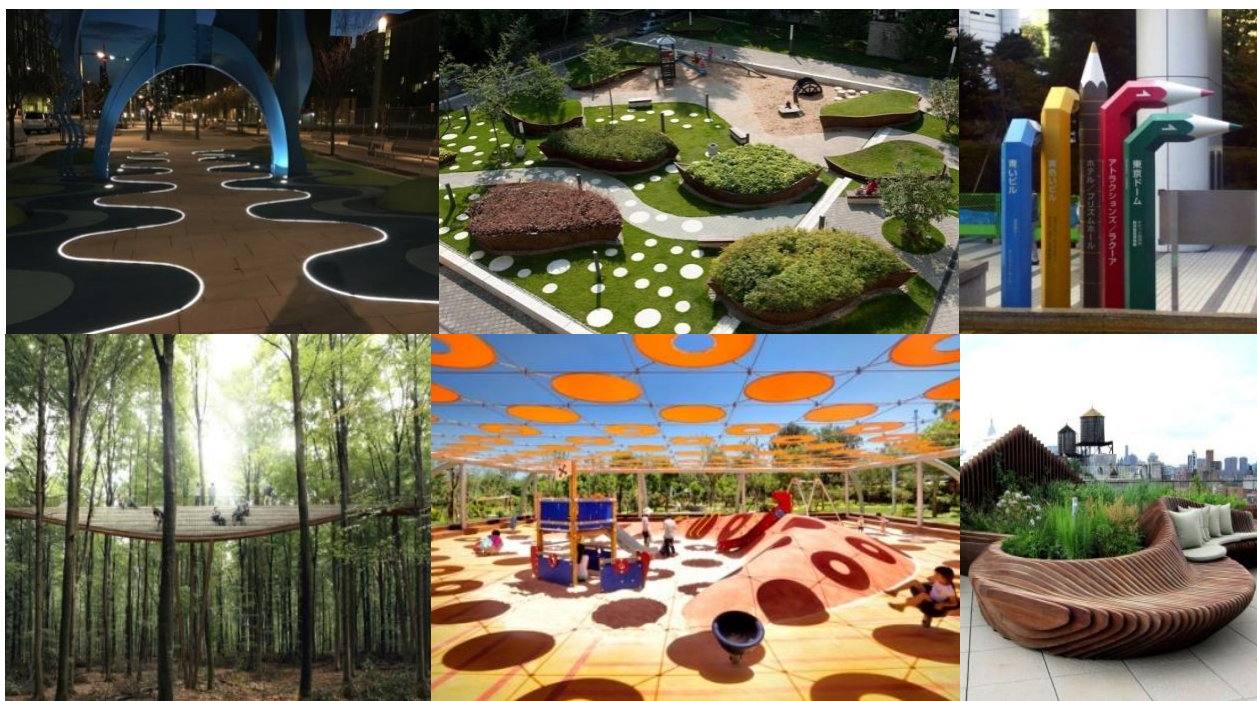


Рис. 7. Примеры идей в формировании парка

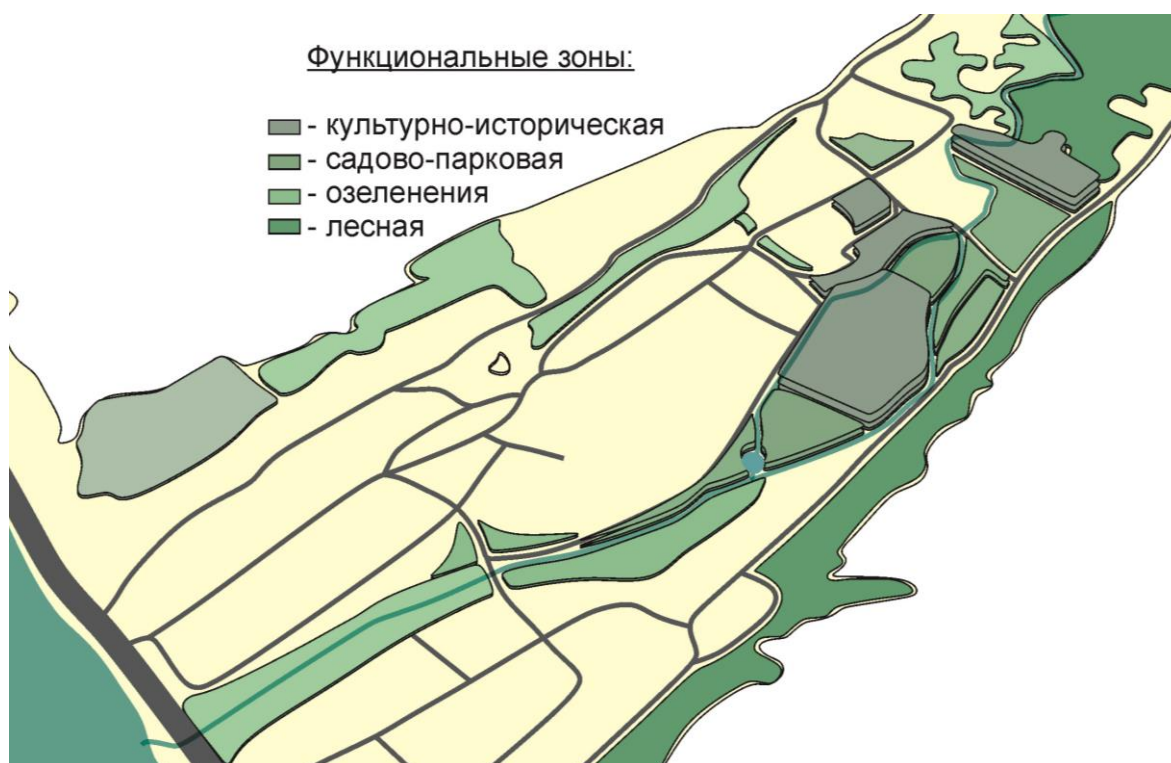


Рис. 8. Концептуальная схема расположения зеленых зон в соответствии с предложенной концепцией

Разработка концептуальной схемы на территории поселка Листвянка помогает увидеть, какие места могут являться главным звеном в создании парка, они будут объединять микропространства в одно целое. Такая система зеленых пространств создает гармоничное и

комфортное пребывание людей на данной местности, ведь теперь на участке будет преобладать не только жилая зона, но и культурно-историческая, рекреационная и ландшафтная, а также зон активного и пассивного отдыха.

Список источников

1. Грашин А.А. Дизайн детской предметной развивающей среды. М.: Архитектура-С, 2008. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.labyrinth.ru/books/208908/> (05.06.2022).
2. Горохов В.А. Зеленая природа города. М.: Архитектура-С, 2005. 592 с. [Электронный ресурс]. URL: http://books.totalarch.com/green_nature_of_the_city (05.06.2022).
3. Виншу И.А. Архитектурно-планировочная организация сельских населенных пунктов. М.: Стройиздат, 1986. 279 с. [Электронный ресурс]. URL: http://books.totalarch.com/architectural_planning_organization_of_rural_settlements (24.01.2022).
4. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков. М.: Стройиздат, 1991. 340 с. [Электронный ресурс]. URL: https://books.totalarch.com/garden_and_park_planning (28.01.2022).
5. Варламов И. До и после: 41 Трансформация общественных пространств. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://varlamov.ru/1459444.html> (30.01.2022).
6. Хромов Ю.Б., Ключин В.А. Организация зон отдыха и туризма на побережье Байкала. М.: Стройиздат, 1976. 135 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_17d7901242eac2221f59dca3f901f421/ (13.06.2023).
7. Большаков А.Г. Принципы организации прибрежных территорий как экологического каркаса города // Известия Иркутского государственного университета. 2011. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-organizatsii-pribeznyh-territoriy-kak-ekologicheskogo-karkasa-goroda> (13.06.2023).
8. Леденева Н. Топ 10 необычных парков мира. [Электронный ресурс]. URL: https://www.architime.ru/specarch/top_10_parks/parks.htm (01.02.2022).
9. Горохов В.А. Городское зеленое строительство. М.: Стройиздат, 1991. 416 с. [Электронный ресурс]. URL: https://books.totalarch.com/urban_green_building_gorokhov (13.06.2023).
10. Будаговская А.Ю. Проблемные моменты при выполнении работ по благоустройству общественных территорий // Молодежный вестник. 2022. Т. 12. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://мвестник.рф/journals/2022/02/articles/11> (05.06.2022).

Информация об авторе / Information about the Author**Колосовская Валерия Эдуардовна**

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kashenets@list.ru

Valeria E. Kolosovskaya

Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
kashenets@list.ru

Анализ современного программного обеспечения и перспективы внедрения в массовое строительство

© А.Е. Рогозина, О.В. Литвинова

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

Аннотация. Мониторинг зданий и сооружений – комплекс мероприятий по выявлению перспективных дефектных элементов и зон на объектах с целью предотвращения их возможного проявления. Мониторинг необходим для безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Повысились требования к безопасности возводимых зданий и сооружений, в особенности к дорогостоящим объектам федерального уровня. Использование возможностей автоматизированного мониторинга позволит пользователю в лице застройщика или другой эксплуатирующей организации на своем рабочем месте наблюдать за графиками технического состояния объекта, проводить анализ прогнозов деформаций с помощью нейронных сетей. В статье рассматривается понятие мониторинга зданий и сооружений как основы определения их конструктивных возможностей с учетом антропогенных и природных факторов. Рассмотрено понятие автоматизированного мониторинга и перспективы внедрения информационных систем автоматизированного мониторинга в процесс всего жизненного цикла объекта как его обязательной части. Проанализированы проекты использования систем автоматизированного мониторинга при возведении и эксплуатации уникальных объектов в Санкт-Петербурге и Москве, а также отечественные программные продукты по автоматизированному мониторингу зданий и сооружений на предмет предлагаемого ими функционала. Приведены стоимостные характеристики на использование систем и доказательства необходимости включения средств автоматизированного мониторинга в проект строительства всех объектов недвижимости наряду с технологиями информационного моделирования. Автоматизированный мониторинг – перспективное эффективное будущее для строительной отрасли. Его использование позволит иметь возможность более длительной эксплуатации зданий и сооружений при своевременном выявлении деформаций и их предотвращения в период эксплуатации.

Ключевые слова: автоматизированный мониторинг, автоматизированная информационная система, деформация, здания, сооружения, строительные конструкции

Modern Software Analysis and Prospects for Implementation in Mass Construction

Anastasia E. Rogozina, Olga V. Litvinova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Monitoring of buildings and structures is a set of measures to identify promising defective elements and zones at facilities in order to prevent their possible manifestation. Monitoring is necessary for the safe operation of buildings and structures. The requirements for the safety of buildings and structures under construction are high, especially for expensive federal-level facilities. The use of automated monitoring capabilities will allow the user, represented by the developer or other operating organization, to observe the graphs of the technical condition of the object at his workplace, to analyze deformation forecasts using neural networks. The article discusses the concept of monitoring buildings and structures as the basis for determining their design capabilities, taking into account anthropogenic and natural factors, and the concept of automated monitoring and the prospects for introducing automated monitoring information systems into the process of the entire life cycle of an object as its mandatory part. The article analyzes projects for the use of automated monitoring systems in the construction and operation of unique objects in St. Petersburg, Moscow, as well as domestic software products for automated monitoring of buildings and structures for the functionality they offer. The article provides cost characteristics for the use of systems and evidence of the need to include automated monitoring tools in the construction project of all real estate objects along with information modeling technologies. Automated monitoring is a promising efficient future for the construction industry; its use will allow having the possibility of a longer operation of buildings and structures with timely detection of deformations and their prevention during operation.

Keywords: automated monitoring, automated information system, deformation, buildings, structures, building structures

В настоящее время наблюдается высокое развитие строительной отрасли: уплотняются городские сети, расширяются города и поселения, модернизируется сфера строитель-

ного производства. Качество новой застройки зданиями и сооружениями не только напрямую влияет на ту среду, в которой формируется общество, но и формирует само общество. Такие процессы развития формулируют задачи, которые подразумевают под собой контроль сооружений, обеспечение их высокой надежности, прогноз возможных деформаций в период эксплуатации объекта, будь то здание или другое сооружение. В настоящий момент все этапы жизненного цикла зданий и сооружений должны сопровождаться проведением мониторинга.

Согласно СП 305.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве», мониторинг проводится с целью «безопасности строительства и эксплуатационной надежности объектов нового строительства или реконструкции, включая здания и сооружения окружающей застройки, за счет своевременного выявления изменения контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований, которые могут привести к переходу объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние»¹.

Также действующий ГОСТ 32019-2012 говорит, что «при мониторинге осуществляют контроль за процессами, протекающими в конструкции уникального здания и грунте, для своевременного обнаружения на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкции и основания, которое может повлечь за собой переход объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, а также получения необходимых данных для разработки мероприятий по устранению возникших негативных процессов.

Результаты мониторинга являются основой для проведения эксплуатационных работ на этих объектах»². Он подтверждает цели мониторинга по СП, при этом основной акцент в ГОСТе сделан на мониторинг именно уникальных зданий.

Проект мониторинга разрабатывается на основе геотехнического обоснования на ста-

дии проектной документации. Он состоит из схемы расстановки марок, датчиков, измерительного оборудования на объекте строительства или реконструкции и на окружающих зданиях, попадающих в зону риска строительства. Для того чтобы определить, в каких местах их следует устанавливать, используют математическую модель взаимодействующей системы «объект – основание – окружающая застройка», которая разрабатывается с помощью метода конечных элементов в рамках геотехнического обоснования [1].

Этапы проведения работ по мониторингу:

- измерения (наблюдения);
- фиксация результатов наблюдений;
- математическая обработка результатов измерений;
- вычисление параметров деформаций;
- составление заключений.

При этом в связи с высокой цифровизацией и развитием информационных комплексов развитие получает такое понятие, как автоматизированный мониторинг. Автоматизированный мониторинг–комплекс, обеспечивающий сбор, хранение и обработку данных, которые передаются из деформационных датчиков в единую базу данных, и выполняющий функцию автоматического прогноза деформаций зданий или сооружений на основе полученных данных. Такие комплексы в виде информационных систем могут выводиться и на автоматизированные рабочие места для сотрудников, руководителей организаций-заказчиков и организаций-застройщиков для более полноценного контроля объекта.

Использование автоматизированных систем мониторинга особенно актуально для уникальных и высотных зданий; большепролетных объектов (мосты, сооружения); протяженных объектов (тоннели, нефте- и газопроводы); на потенциально опасных объектах (атомные электростанции, гидроэлектростанции, промышленные комплексы) и стратегических объектах (военная и авиакосмическая инфраструктура). В состав автоматизированной системы входят датчики физических величин, регистраторы данных, промышленное сер-

¹СП 305.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве»

²ГОСТ 32019-2012 «Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга»

верное оборудование и другое сопутствующее оборудование [2].

Автоматизированный мониторинг за объектами проводится на основе нескольких методов, которые являются общими для всех видов мониторинга. Первый метод – визуальный. Он подразумевает визуальное наблюдение за объектом, определение деформаций и повреждений, которые можно увидеть без использования специализированного оборудования. Второй метод – параметрический. Этот метод включает использование большого количества оборудования и «основывается на количественном и качественном определении исследуемых свойств контролируемого объекта и установлении взаимосвязей между измеряемыми параметрами, что позволяет с помощью заранее определенной номенклатуры параметров на базе фактических данных количественно оценить состояние исследуемого объекта»³. Третий метод – геофизический. Использование этого метода основано на оценке деформаций строительных конструкций сооружений под воздействием природных условий, а также техногенного воздействия. Геофизические методы делятся на:

- электромагнитные методы, включающие фиксацию в грунтовом массиве изменений границ зон повышенной влажности, зон разуплотнения и т. д.; оценку изменений свойств грунтов под фундаментами сооружений и изменений состояния подземных конструкций, в т. ч. на участках плотной городской застройки;
- сейсмоакустические методы, содержащие оценку изменений состояния массивов грунтов и состояния конструкций; оценку изменений свойств скальных оснований и состояния конструкций; оценку изменений напряженного состояния участков грунтового массива и элементов строительных конструкций;
- ядерно-физические методы, заключающиеся в оценке изменений свойств грунтов (плотность, влажность) под фундаментами сооружений и изменений состояния конструкций, в т. ч. на участках плотной городской застройки.

Следующий метод автоматизированного

мониторинга – температурный. Установленные датчики контроля передают информацию о температуре конструкций объекта, грунтов. Гидрогеологический метод позволяет определить уровень подземных вод на строительной площадке. Также гидрогеологические измерения проводятся в период эксплуатации объекта. Еще один метод для проведения мониторинга – геодезический. Здесь также используется большое количество специализированного оборудования: нивелиры, тахеометры, сканеры. Измеряются осевые перемещения зданий, сооружений, грунтов. Последний метод проведения мониторинга – вибрационный, при котором определяются предельно допустимые вибрационные нагрузки на объект анализа.

Одним из основных примеров внедрения автоматизированного мониторинга в России является многофункциональный комплекс «Лахта Центр» (далее – МФК) в Санкт-Петербурге (рис. 1).

Для наблюдения за уникальными зданиями МФК была спроектирована автоматизированная система мониторинга деформационного состояния (СМДС), объединившая системы геотехнического мониторинга, деформаций коробчатого фундамента (КФ), мониторинга напряженно-деформированного состояния высотной части центральной башни, мониторинга конструкций многофункционального здания (МФЗ) и входной арки. С 2013 г. был установлен режим периодического ручного геотехнического мониторинга основания. В 2015 г. с началом возведения фундаментных конструкций начались работы по периодическому мониторингу деформаций КФ, которые продолжались вплоть до запуска в мае 2016 г. автоматической системы сбора данных, позволившей осуществлять автоматизированную передачу данных мониторинга в штаб строительства. Впоследствии, по мере возведения конструкций Башни, к автоматической системе подключалось новое измерительное оборудование [3]. Схема автоматизированного мониторинга на объекте МФК представлена на рис. 2.

³Геотехнический мониторинг зданий и сооружений.

[Электронный ресурс]. URL: <https://sste.ru/uslugi/geotekhnicheskij-monitoring> (09.02.2023).



Рис. 1. Лахта-Центр в Санкт-Петербурге

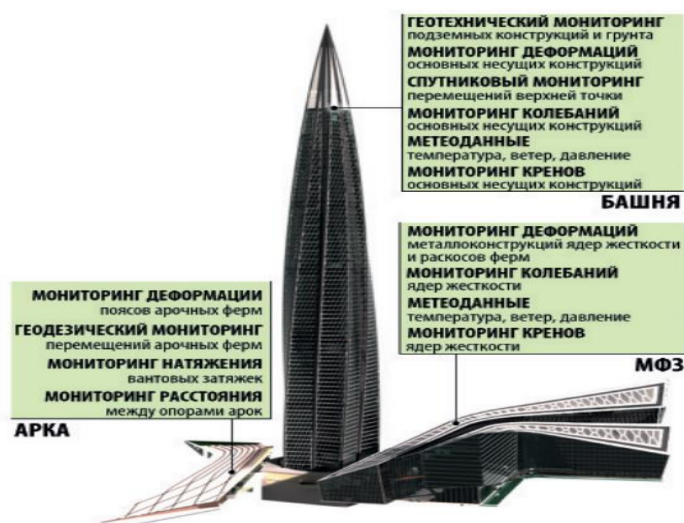


Рис. 2. Система автоматизированного мониторинга МФК «ЛахтаЦентр»

Поскольку МФК стал одним из первых объектов автоматизированного мониторинга, то появилась необходимость проработать собственное программное обеспечение, которое позволило бы консолидировать информацию с большого количества датчиков, установленных на всех частях объекта. Базой для разработки ПО стало окружение SODIS Building M4. SODISBuilding M – платформа, разработанная компанией, входящей в состав корпорации «Ростех», не первый раз была задействована в крупных строительных инвестиционных проектах. Ранее она использовалась для многих объектов: стадион «Луж-

ники», ряд небоскребов в Москва-Сити, автомобильные тоннели в Санкт-Петербурге. Платформа используется и на золотом месторождении «Вернинское» в г. Бодайбо Иркутской области.

В период строительства Олимпийских объектов в Сочи в 2014 г. и в соответствии с действующими в тот период нормативными документами все основные Олимпийские объекты берегового кластера (ледовый дворец «Большой», керлинг-центр «Ледяной куб», крытый конькобежный центр «Адлер-арена», дворец зимнего спорта «Айсберг», ледовая арена «Шайба», олимпийский ста-

дион «Фишт») были оборудованы автоматизированными системами мониторинга технического (напряженно-деформированного) состояния несущих конструкций, которые учитывали расположение объектов в сейсмически опасном районе [4].

Системы мониторинга конструкций широко используются в сейсмически опасных зонах, чтобы обеспечить не только контроль над состоянием объектов, но и быструю оценку последствий воздействия землетрясений на них. Такие решения являются необходимыми для обеспечения безопасности и функциональности сооружений. При использовании данных автоматизированных систем мониторинга строительных конструкций улучшается качество решения широкого ряда практических и научно-исследовательских задач проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений [5–7], а развитие методов проведения динамического мониторинга и анализа его результатов представляется весьма перспективным направлением современной строительной науки с огромным количеством проблем, требующих для своего решения интеллектуальных усилий высококвалифицированных специалистов [4].

SODISBuilding M стала основой для программного комплекса автоматизированного геодезического мониторинга искусственных сооружений для высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань – Екатеринбург». При этом разработанный комплекс имел ряд преимуществ относительно классической версии SODISBuilding M:

- более широкие возможности конфигурирования;
- меньшее число ограничений при выборе аппаратных частей серверов и их операционных систем;
- возможность оповещения о потенциально опасных состояниях контролируемых объектов через SMS либо электронную почту, что позволяет экономить на постоянном присутствии оператора на контролируемом объекте;
- приложение, визуализирующее получаемую и обрабатываемую информацию, разработано в виде web-приложения, что позволяет пользоваться им с любого устройства, имеющего доступ в интернет, и web-браузер на платформе WebKit [8].

Наряду с SODISBuildingM в настоящее время активно используются и другие информационные системы для обеспечения автоматизированного мониторинга для зданий и сооружений различной сложности. Сравнение систем отечественной разработки представлено в табл.

Наряду с высоким уровнем развития строительной отрасли в настоящее время наблюдается низкий уровень внедрения и использования систем автоматизированного мониторинга. Большое количество зданий и сооружений находятся практически без квалифицированного надзора за своим техническим состоянием. Это обусловлено состоянием экономики страны и природно-техногенным воздействием на объекты [9]. Высокая стоимость программных продуктов по организации автоматизированного мониторинга не позволяет массовым застройщикам и заказчикам внедрять эти системы внутри своих проектов. Однако использование «автоматизированной системы будет способствовать существенной экономии при контроле технического состояния здания и позволяет видеть большую часть информации о состоянии сооружения в реальном времени, что помогает вовремя принять меры для устранения возможных неисправностей в перспективе эксплуатации здания и сооружения» [10].

При этом автоматизированный мониторинг по праву можно считать одним из основных перспективных направлений развития мониторинга за деформациями. Нейронные сети в составе программных продуктов смогут рассчитывать возможные аварийные ситуации и предупреждать их.

Наряду с формализацией технологий информационного моделирования, как неотъемлемой части проекта строительства здания и сооружения, следует обратить внимание и на включение в перечень обязательных элементов контроля строительного процесса и возможности автоматизированного мониторинга. Использование технологий автоматизированного мониторинга в совокупности с применением функционала информационного моделирования сможет дать контролирующей организации подробную информацию о техническом состоянии объектов, сделать эту эксплуатацию безопасной на длительное время.

Таблица. Сравнительная характеристика существующих систем автоматизированного мониторинга

Наименование системы	Компания-разработчик	Функциональные возможности	Стоимость, руб. в год
SmartGTM	ООО «РУСГЕОТЕХ»	наблюдения за динамикой контролируемых параметров; формирование единой базы данных для неограниченного количества объектов; сопоставление реальных значений с проектными в понятной графической форме; прогноз и моделирование состояния геотехнической системы; импорт данных, полученных с оборудования сторонних производителей; формирование единой базы данных для неограниченного количества объектов; единое информационное пространство для различных сторон, заинтересованных в результатах мониторинга; своевременное предупреждение об активизации опасных экзогенных и эндогенных процессов; распределенный доступ к информации	100 000
Viper	АО «НПП «Эталон»	построение графиков распределения температуры для всех термококс; построение графика изменения температуры во времени для каждого датчика	определяется ТКП по ТЗ заказчика
HorizontGeotechnicalSolution	НТПП «Горизонт»	спектральная обработка сигнала (построение спектров, спектрограмм); автоматический расчет основных форм (частот и декрементов затухания) колебаний строительных конструкций; ретроспективный анализ основных параметров собственных колебаний; предиктивная аналитика; ориентировано на работу с потоком данных от большого количества датчиков разного типа, расположенных на территориально разнесенных объектах	определяется ТКП по ТЗ заказчика, доступна демо-версия
Программный комплекс геотехнического контроля	ПАО НК «Роснефть», АО «ТомскНИПинефть»	визуализация данных по ГТМ; аналитический модуль построения отчетов по параметрам деформаций; прогноз теплового состояния; проверочный расчет допустимых нагрузок на фундаменты; формирование геотехнических прогнозов и заключений	определяется ТКП по ТЗ от заказчика, внедряется внутри ОГ и ПИ ПАО НК «Роснефть»
KrioLab	ООО «КриоЛаб»	измерение и регистрация значений температуры грунтов в скважинах любого типа в полевых условиях; проведения стационарных и лабораторных исследований температурного режима грунтов; организации сети для мониторинга изменения теплового режима грунтов с большим количеством точек наблюдения	определяется ТКП по ТЗ от заказчика
SODIS Building M FK	«СОДИС Лаб»	мониторинг в режиме реального времени; возможность подключения неограниченного количества элементов; поддерживает сбор данных с датчиков основных мировых производителей измерительного оборудования; обработка по заданным критериями анализ большого объема данных о состоянии несущих конструкций здания, фундамента и окружающей среды; прогнозирование технического состояния; наглядное отображение результатов мониторинга, в том числе на BIM-модели, а также уведомление об аварийном состоянии конструкций [8].	от 490 000 до 990 000, а также тариф по запросу. Стоимость определяется количеством элементов мониторинга

Для полноценного использования всех преимуществ развития программных продуктов по автоматизированному мониторингу в дальнейшем бизнес-планировании каждой организации необходимо предусмотреть включение возможностей автоматизирован-

ного мониторинга на все здания и сооружения, в том числе места постоянного пребывания людей, с непосредственным доступом к системе специалистов со стороны застройщика и заказчика.

Список источников

1. Иванова А.В., Соловьева Т.А., Бугакова Т.Ю. Геотехнический мониторинг – основа жизненного цикла зданий и сооружений // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. С. 214–220.
2. Резвых В.А., Гулякин Д.В. Системы автоматизированного мониторинга зданий и сооружений // Тенденции развития науки и образования. 2020. С. 41–43.
3. Травуш В.И., Шахраманьян А.М., Колотовичев Ю.А., Шахворостов А.И., Десяткин М.А., Шулятьев О.А. [и др.] «Лахта Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания // Строительные науки. 2018. С. 94–108.
4. Шахраманьян А.М., Колотовичев Ю.А. Опыт использования автоматизированных систем мониторинга деформационного состояния несущих конструкций на олимпийских объектах Сочи-2014 // Вестник МГСУ. 2015. № 12. С. 92–105.
5. Капустян Н.К., Климов А.Н., Антоновская Г.Н. Высотные здания: опыт мониторинга и пути его использования при проектировании // Высотное строительство. 2013. № 11. С. 6–12.
6. Капустян Н.К., Таракановский В.К., Вознюк А.Б., Климов А.Н. Действующая система мониторинга высотного жилого здания в Москве // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сб. науч. тр. 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://pamag.ru/src/prensa/028.pdf>. (27.05.2023).
7. Климов А.Н. Прогноз развития напряженно-деформированного состояния конструкций высотного здания на основании данных системы мониторинга // Жилищное строительство. 2013. № 11. С. 13–16.
8. Бубнов В.П., Никитчин А.А., Сергеев С.А. Программный комплекс автоматизированного геодезического мониторинга искусственных сооружений для высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань – Екатеринбург» // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2015. № 4. С. 27–33.
9. Дормидонтова Т.В. Экономическая и техническая базы системы мониторинга зданий и сооружений городов // Вестник СамГУ. 2011. № 1/1. С. 84–89.
10. Сопегин Г.В., Сурсанов Д.Н. Использование автоматизированных систем мониторинга конструкций (АСМК) // Вестник МГСУ. 2016. Т. 12. № 2. С. 230–242.

Информация об авторах / Information about the Authors

Рогозина Анастасия Евгеньевна,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
rogozinaa@mail.ru

Anastasia E. Rogozina
Master's Degree student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Street, Irkutsk 664074,
Russian Federation
rogozinaa@mail.ru

Литвинова Ольга Владимировна,
к.э.н., доцент кафедры экспертизы и управления
недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
olga.66.08@inbox.ru

Olga V. Litvinova,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Expertise and Real Estate
Management Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Street, Irkutsk 664074,
Russian Federation
olga.66.08@inbox.ru

Особенности применения методов проектного управления в строительстве

© Д.С. Ткачук, Т.В. Добышева

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

Аннотация. Статья рассматривает особенности применения методов проектного управления. Был проанализирован опыт применения различных методов управления проектами в разных отраслях и дана оценка их эффективности. Исследование выполнялось с использованием различных методов анализа, включая системный, исторический, логический, сравнительный и статистический. В статье подчеркивается важность выбора подходящего метода управления проектом в зависимости от его характеристик, целей и особенностей. Рассматриваются как традиционные, классические методы (PMBOK), так и современные инновационные, включая Agile и Lean. Также рассматриваются вопросы развития проектного управления в условиях развития технологий и научных исследований. Один из выводов статьи заключается в том, что эффективное применение методов проектного управления требует тщательного анализа проекта и учета его особенностей, а также гибкости и адаптивности в условиях быстро меняющейся и нестабильной среды. В итоге были выявлены некоторые недостатки в методах управления проектами в строительной отрасли региона, что указывает на необходимость улучшения областей управления проектами региона с учетом международного опыта и практики.

Ключевые слова: проект, управление проектом, строительная организация, методология управления проектами, PMBOK, PRINCE2

FEATURES OF APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT METHODS IN CONSTRUCTION

© Darya S. Tkachuk, Tatiana V. Dobysheva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article examines the features of project management methods. The article analyzes the experience of applying various project management methods in different industries and evaluates their effectiveness. The research was conducted using various analysis methods, including systemic, historical, logical, comparative, and statistical. The article emphasizes the importance of choosing an appropriate project management methodology depending on its characteristics, goals, and features. It considers both traditional, classical methods (PMBOK) and modern innovative ones, including PRINCE2, Agile, and Lean. The article also examines the issues of project management development in the context of technology advances and scientific research. One of the conclusions of the article is that effective implementation of project management methods requires careful analysis of the project and consideration of its peculiarities, as well as flexibility and adaptability in a rapidly changing and unstable environment. As a result, the article identifies some drawbacks of project management methods in the regional construction industry, indicating the need to improve project management areas in the region based on international experience and practice.

Keywords: project, project management, construction organization, project management methodology, PMBOK, PRINCE2

Строительство – это сложный и многопрофильный процесс, который требует высокой координации и контроля всех этапов работы. Для достижения успеха в строительстве необходимо применять эффективные методы проектного управления. Они позволяют оптимизировать процесс строительства, сократить сроки и затраты, а также повысить качество и надежность объекта. В данной статье мы рассмотрим особенности и преимущества приме-

нения методов проектного управления в строительстве.

В настоящее время управление проектами является одной из самых активно обсуждаемых тем в сфере управленческих технологий как научной концепции, так и механизма практической управленческой деятельности.

В современных условиях методология управления проектами является неотъемлемой частью практически любого серьезного проекта.

Проект – это действие, которое ограничено по времени, бюджету, ресурсам и качеству, предназначенное для создания новых (уникальных) продуктов, услуг или результатов [1].

Управление проектами в настоящее время является не только эффективным инструментом управления процессом создания новых продуктов и услуг, но и осуществления целенаправленных изменений в отдельных организациях, компаниях и в целых социально-экономических системах.

Изучив внутренние и внешние связи отдельной строительной организации в контексте системы строительной отрасли, можно выявить пути ее развития, что приведет к улучшению экономического состояния отрасли в целом. Каждая строительная организация, учитывая ее проектно-ориентированную структуру, сталкивается с проблемой адаптации системы управления к особенностям отрасли региона [2].

В условиях современной экономики, где для достижения конкурентоспособности и динамичности преимущественно используются более мобильные и гибкие организации, ключевыми требованиями для организационной и производственной структуры строительной организации стали адаптивность и быстрая реакционность на изменения внешней среды.

При этом для строительного комплекса, работающего в условиях нестабильности и ограниченных ресурсов, вопросы общесистемного управления строительной организацией, которая перешла на идеологию управления проектами, являются решающими для ее выживания и эффективности [3].

Однако введение в строительные организации отдельных элементов методов проектного управления не всегда приводит к положительным результатам. Это объясняется отсутствием системных научно-методических основ управления строительными организациями на основе управления проектами, адаптированными к национальным и региональным условиям, а также отсутствием соответствующих практических рекомендаций для руководства организацией и проектных управленцев [4].

Проектное управление в строительстве – это система управления проектом, которая

предназначена для обеспечения достижения поставленных целей, соблюдения сроков и бюджета, а также качественного выполнения работ [5]. Сущность проектного управления в строительстве заключается в использовании методов, процессов и инструментов управления, которые позволяют эффективно реализовать проект в рамках поставленных целей, сроков и бюджета, а также обеспечить качественное выполнение работ.

Проектное управление применяется на этапах планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объекта. Это включает в себя такие процессы, как определение целей и задач проекта, составление плана работ, формирование бюджета, контроль качества, управление рисками, ресурсами, изменениями, коммуникациями и документацией и др. Ключевым принципом проектного управления в строительстве является комплексный подход к управлению проектом, который обеспечивает своевременное выполнение задач, минимизацию рисков, оптимизацию затрат и повышение качества работ. При этом проектный менеджер должен обладать широкими знаниями и навыками в области управления проектами, иметь опыт работы в строительстве и уметь эффективно координировать работу различных участников проекта [6].

Метод проектного управления – это системный подход к управлению проектами, при котором он структурируется, планируется, координируется и контролируется с использованием специального инструментария и методов управления проектами. В строительстве данный метод зачастую используется для управления комплексными проектами, которые требуют координации многих отделов и подрядчиков.

Особенности управления строительством методом проектного управления включают:

- разделение проекта на фазы. Каждая фаза имеет определенный набор задач и сроки выполнения, что помогает обеспечить более эффективное управление проектом;
- установление целей и задач. В рамках метода проектного управления установление четких целей и задач ускоряет процесс принятия решений и сокращает время работы над проектом [7];
- использование технологий и методов

управления проектами. В строительстве применяются такие методы, как критический путь, диаграмма Ганта, метод СМЕК, и т. д.;

- использование современных технологий. В настоящее время большинство строительных проектов ведется с применением компьютерной технологии, что позволяет управлять проектами более продуктивным образом;
- организация сотрудничества между участниками проекта. Кооперация между подрядчиками и заказчиком через целевой менеджмент позволяет устранить избыточные затраты и ускорить выполнение проекта [8];
- контроль и отчетность. Отслеживание выполнения работ и своевременное сообщение о любых отклонениях является важной составляющей метода проектного управления;
- риск-менеджмент. Применению метода проектного управления в строительстве присуща специальная методология минимизации рисков.

В зависимости от структуры и типов строительных проектов существует несколько видов управления строительными проектами:

- традиционное управление проектами (PMBOK) – это широко используемый подход к управлению строительными проектами, который основан на классической методологии, где весь проект разбивается на отдельные этапы, которые выполняются последовательно. У каждого этапа есть свои сроки выполнения и бюджет, что делает процесс управления более структурированным и предсказуемым. Данный метод включает в себя пять основных этапов, такие как инициация, планирование, выполнение, контроль и завершение¹;
- гибкое управление проектами (Agile-управление) – это подход к управлению строительными проектами, при котором проект разбивается на небольшие итерации, которые выполняются параллельно. Весь процесс управления гибкий и адаптивный, что позволяет быстро реагировать на изменения и корректировать планы в процессе выполнения

проекта, минимизировать риски и увеличить гибкость проекта²;

- управление проектами в рамках системы Lean Construction (Lean-управление) – этот подход основан на принципах Lean Management и Lean Manufacturing и направлен на устранение потерь, оптимизацию процессов и повышение эффективности работы. В рамках Lean Construction используются различные методы и инструменты, такие как Just-In-Time (JIT), Kanban, Value Stream Mapping и др. Данный метод управления помогает устранить избыточность, упростить процессы и повысить эффективность проекта. Он нацелен на сокращение затрат и уменьшение времени выполнения проекта [9];
- критическая цепь (Critical Chain) – один из подходов к управлению проектами в строительной организации, который заключается в том, чтобы учитывать потенциальные риски и неопределенности при планировании. При расчете критической цепи учитываются всевозможные задержки, связанные с ресурсами, которые могут возникнуть в ходе проекта. Метод критической цепи является эффективным средством управления ресурсами и сокращения продолжительности проекта. Однако для его эффективной реализации требуется высокая квалификация менеджеров проекта, а также качественная разработка и контроль плана работ;
- методология управления проектами Projects in Controlled Environments (PRINCE2) – это структурированная методология управления проектами, которая сосредоточена на управлении, организации и контроле на процессах верхнего уровня, а не на мелких задачах, таких как декомпозиция работ или разработка графиков. PRINCE2 основана на семи принципах, семи темах и семи процессах, которые являются ключевыми элементами методологии. Применение этой методологии позволяет эффективно управлять рисками, контролировать затраты на проект и повышать качество работ. В строительстве

¹GanttPRO Project Management Blog // Топ Методологий Управления Проектами: От Требовательной Waterfall до Правительственной Prince2. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.ganttpro.com/ru/top-metodologiyi-upravleniya-proektami/> (09.06.2023).

²Explore the Top 4 Project Management Methodologies. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.devx.com/enterprise-zone/explore-the-top-4-project-management-methodologies/> (09.06.2023).

PRINCE2 может быть успешно применен для определения целей и задач проекта, назначения ролей и обязанностей, создания плана проекта, контроля за выполнением работ и оценки результатов. Данная методика очень популярна в Великобритании и является обязательным требованием для работы над государственными проектами [10];

– интегрированное управление – это подход, который сочетает в себе различные методы управления проектами с целью создания наиболее эффективной системы управления. Он основан на тесном взаимодействии с различными заинтересованными сторонами при учете их требований и ожиданий. Интегрированное управление проектами предполагает максимальную связь между различными компонентами проекта и взаимодействие между всеми участниками проекта. Это позволяет управлять рисками, повысить эффективность работы и успешно завершить проект;

– управление проектами на основе технологии Building Information Modeling (BIM). Этот подход предполагает использование технологий BIM, которые позволяют создавать 3D-модели объектов и управлять ими на всех этапах жизненного цикла проекта, начиная от проектирования и заканчивая эксплуатацией. С помощью BIM-моделирования можно оптимизировать процессы, уменьшить время выполнения проекта, предсказать риски и принять решения на основе анализа данных, а также снизить затраты на весь жизненный цикл объекта.

Каждый вид управления проектами имеет свои преимущества и недостатки. Выбор определенного подхода зависит от многих факторов, таких как тип проекта, его сложность, сроки выполнения, бюджет и др. Важно выбрать подход, который наиболее эффективен для конкретного проекта и задач, которые нужно решить.

Стоит отметить, что важно учитывать особенности отрасли, в которой проект выполняется. В случае строительной отрасли, например, необходимо учитывать такие факторы, как погодные условия, доступность материалов и трудовых ресурсов, а также соблюдение строгих норм и стандартов безопасности. Поэтому выбор подхода к управлению проектом должен быть основан на комплексном ана-

лизе всех факторов, связанных с проектом и отраслью, в которой он выполняется. Только так можно достичь максимальной эффективности и успешного выполнения проекта в соответствии с поставленными целями и задачами.

Факторы, которые помогают обеспечить успешную реализацию строительного проекта на основе проектного управления, включают в себя:

– цель и задачи проекта. Они должны быть четко определены и понятны всем участникам, являться конкретными, измеримыми, достижимыми, релевантными и своевременными;

– планирование проекта должно осуществляться в соответствии с основными принципами проектного управления, такими как определение проектных этапов, установление зависимостей между задачами и оценка рисков;

– команда проекта должна состоять из опытных специалистов по каждому из ключевых направлений проекта. Каждый член команды должен понимать свою роль в проекте и выполнять ее качественно;

– необходимо определить и организовать ресурсы, необходимые для реализации проекта, включая бюджет, материальные и людские ресурсы;

– контроль и управление проектом являются ключевыми факторами его успешной реализации. Важно устанавливать контрольные точки на каждом этапе, чтобы проверять соответствие выполнения задачам плана и отслеживать прогресс проекта;

– своевременное и качественное взаимодействие с заказчиком и всех заинтересованных сторон, включая регуляторных органов, также важно для успеха проекта;

– гибкость и умение адаптироваться к изменениям в проекте являются важными факторами. Если возникают проблемы или риск невыполнения плана, необходимо быстро реагировать и корректировать планы;

– оценка результатов проекта является ключевым элементом его успешной реализации на основе проектного управления. Важно проанализировать, что было сделано правильно и что можно улучшить в следующий раз для более эффективной реализации будущих проектов.

Различные методологии проектного управления известны в мировой практике и основываются на социально-экономических характеристиках территорий и секторах экономики. Рассмотрим две наиболее популярные методологии.

Методологии PMBoK и PRINCE2 – это две из наиболее широко используемых методологий управления проектами во многих отраслях, включая строительство. Обе являются инструментами управления проектами, которые могут использоваться для управления строительными проектами. Давайте рассмотрим сходства и различия между этими методологиями в контексте управления строительными проектами:

Сходства, обе методологии:

- предоставляют стандартный набор процессов, шагов и инструментов для управления проектами;
- предоставляют подход, основанный на фазах, где сам проект разбивается на несколько этапов для более легкого управления;
- используются для любого вида проекта, от мелких до крупных;
- сфокусированы на управлении рисками, качеством и ресурсами;
- придерживаются стандарта управления и документирования проекта.

Отличия:

- PRINCE2 более ориентирован на уровень организации проекта, в то время как PMBoK более ориентирован на уровень задач выполнения проекта;
- PMBoK – это последовательная методология, предназначенная для управления проектами последовательным и итеративным способом, тогда как PRINCE2 – это гибкая методология, которая позволяет заниматься изменениями при работе над проектом [9];
- PMBoK ориентирована на управление проектом с помощью сильного планирования проекта и контроля качества, а PRINCE2 – на управление проектом с помощью управления рисками и контроля качества с высокой степенью гибкости;
- PRINCE2 обладает большей гибкостью и способностью адаптироваться к изменениям в условиях крупных проектов, тогда как PMBoK более формален и нацелен на повторяемость [12];

- в PRINCE2 сильнее подчеркиваются роли участников проекта, в то время как PMBoK рассматривает команды равноправно;

- PRINCE2 является стандартом Великобритании, а PMBoK – глобальный стандарт.

В целом выбор методологии управления проектами зависит от многих факторов, таких как характеристики конкретного проекта, структуры управления в компании, доступные ресурсы, проектные цели, предпочтений команды и управляющих. Использование элементов обеих методологий может быть эффективным подходом для управления сложными проектами, где требуется гибкость и жесткий контроль.

Цель управления проектами заключается в завершении проекта вовремя, в рамках установленного бюджета и с соответствующим качеством. Несмотря на все усилия, строительные организации могут столкнуться с различными проблемами на пути к завершению проекта. Некоторые из этих проблем применения методов проектного управления могут включать в себя:

- недостаточное понимание процесса проектного управления: некоторые компании могут не понимать процесс проектного управления в достаточной степени, что может привести к неэффективному использованию методов;
- неверное определение целей проекта: если проект неправильно определен, то его цели и планы могут быть недостаточно четкими, что может привести к низкой эффективности;
- низкий уровень участия заинтересованных сторон: некоторые интересующиеся стороны могут быть недостаточно вовлечены в процесс проектного управления, что может привести к трудностям в его реализации;
- недостаточная подготовленность команды проекта: если команда проекта недостаточно подготовлена или не имеет достаточного опыта в реализации проектов, методы проектного управления могут использоваться неэффективно;
- недостаточное планирование и контроль: недостаточное планирование и контроль могут привести к проблемам в выполнении проекта в срок и бюджете, а также к другим проблемам;

- сложности в управлении ресурсами проекта. Недостаточность ресурсов или неэффективное использование существующих может привести к задержкам в проекте и увеличению затрат;
- риски и неопределенность. Проект может столкнуться с непредвиденными событиями и препятствиями, которые могут замедлить прогресс и увеличить затраты;
- отсутствие ясной коммуникации и управления информацией. Это может привести к непониманию между участниками проекта, ошибкам, дублированию работы и задержкам;
- в целом успешное применение методов проектного управления требует хорошей обучаемости, эффективной коммуникации между участниками проекта, правильного планирования и контроля;
- кадровые проблемы – недостаток квалифицированных специалистов, конфликты на рабочем месте, высокая текучесть кадров – все это может негативно сказаться на проекте;
- некачественное планирование и контроль – недостаточная четкость в планировании и контроле работы по проекту могут привести к потере контроля над сроками, бюджетом и качеством.

Отслеживание прогресса выполнения работ, соответствие бюджету и срокам – это ключевые элементы успешного выполнения проекта. Наличие этих проблем не означает, что проект обречен на провал. Важно уметь распознать проблемы и эффективно на них реагировать, чтобы достичь целей проекта.

Для решения некоторых проблем, связанных с управлением проектами, можно предложить внедрение специального программного обеспечения и повышение квалификации управленческого аппарата. Кроме того, для успешного завершения проекта необходима эффективная координация усилий всех участников проекта, что может быть достигнуто созданием специального отдела по координации работы над проектом. Ключевую роль в этом процессе играет командная работа, которая должна быть основана на уважении, доверии и открытости, а также на общей цели, признании, структуре, полномочиях и хороших коммуникациях [11]. Эффективность реализации проекта зависит не только от достижения поставленных целей, но и от создания высококачественных результатов проекта, которые превышают стандарты качества.

Список источников

1. Либерзон В.И. Основы управления проектами. М., 2009. 9 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://obuchalka.org/2015072185831/osnovi-upravleniya-proektami-liberzon-v-i.html> (09.06.2023).
2. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами. 2004. 405 с. [Электронный ресурс]. URL: https://sfpk.at.ua/biblioteka/PMI/Project_upr.pdf (09.06.2023).
3. Гаврилов Н.Н., Козлов А.С., Матвеев А.А., Богатов А.А. Выбор организационной структуры строительной организации как фактор повышения эффективности реализации проектов // Материалы XL итоговой науч.-техн. конф. ДГТУ «Неделя Науки 2019» (г. Махачкала, 15–20 апреля 2019 г.). Махачкала, 2019. 580 с. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41346401_74459206.pdf (09.06.2023).
4. Абдуллаева Т.К., Абдулкеримова З.Б. Ключевые показатели эффективности деятельности проектно-ориентированного предприятия // Материалы XXXVIII итоговой науч.-техн. конф. ДГТУ «Неделя Науки 2017» (г. Махачкала, 17–22 апреля 2017 г.). Махачкала, 2017. Т. 2. С. 88–92. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29726485_66827828.pdf (09.06.2023).
5. Институт управления проектами. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) 6-е изд. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://biconsult.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf> (09.06.2023).
6. Эсетова А.М., Абдулкеримова З.Б. Особенности применения методов проектного управления в строительстве. // Региональные проблемы преобразования экономики. 2019. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-metodov-proektnogo-upravleniya-v-stroitelstve> (24.05.2023).
7. Сербская О.В. Особенности перехода организации к проектно-ориентированному управлению // Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры управления проектами и программами (г. Москва, 14–17 апреля 2016 г.). Москва, 2016. С. 115–121. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_28818797_62841164.pdf (09.06.2023).
8. Товб А.А., Ципес Н.И. Стандарт управления проектами уровня предприятия // Конференция «Теория и практика управления предприятием» (г. Москва, 29–31 октября 2002 г.). Москва, 2002. 22 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cfin.ru/management/practice/supremum2002/24.shtml> (09.06.2023).
9. PRINCE2®: 2009 Manual // Managing Successful Projects With PRINCE2® London: The Stationery Office (TSO),

2012 [Электронный ресурс]. URL: <https://nucleoapolo.ufpr.br/download/wp-content/uploads/2019/02/PRINCE2-2009-remarks.pdf> (09.06.2023).

10. Харрингтон Дж., Макнеллис Т. Совершенство управления проектами. М.: Стандарты и качество, 2007. 232 с.

11. Чубаркина И.Ю., Шумихина В.А., Самсонова Д.М. Актуальные аспекты управления строительным предприятием при замещении традиционного менеджмента интерактивным. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 2. С. 218–231. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-2-218-231> (09.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Ткачук Дарья Сергеевна,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
tka4uk.daria2014@yandex.ru

Darya S. Tkachuk,

Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
tka4uk.daria2014@yandex.ru

Добышева Татьяна Васильевна,

к.э.н., доцент кафедры экспертизы и управления
недвижимостью
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Dobishevatv@mail.ru

Tatiana V. Dobysheva,

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor,
Department of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Dobishevatv@mail.ru

Современное волонтерское движение в России в 2023 году: проблемы и перспективы

© Л.Г. Рудых

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются задачи волонтерского движения как одного из важных звеньев идеологической работы и патриотического воспитания молодежи в период проведения специальной военной операции на Украине. Акцентируется внимание на возрождении ценного опыта прошлых поколений, сохранении идеалов и традиций. Анализируются основные направления волонтерской работы в социальной, культурной, спортивной, медицинской, патриотической, просветительской и экологической областях. Несмотря на сложную политическую обстановку в нашей стране, можно отметить определенный рост патриотических настроений, который подтверждается увеличением числа добровольных волонтерских организаций. Обращается особое внимание на новый вид волонтерства – медиаволонтерство, с помощью которого объективно освещаются вопросы военных действий на Украине. Проведенное исследование позволяет отметить некоторые недостатки в работе, среди которых немногочисленная информация о волонтерской работе; недостаток специалистов, работающих с молодежью, отсутствие четких государственных программ, иждивенческая позиция части молодежи. Делается вывод о том, что в качестве наиболее активной группы, которая является стержнем добровольческого волонтерского движения, стала российская молодежь, являющаяся инициатором различных проектов и программ.

Ключевые слова: военная операция, медиаволонтерство, фандрайзинг, патриотическое воспитание, комплексная программа, благотворительные акции

Modern Volunteer Movement in 2023 in Russia: Problems and Prospects

© Liliya G. Rudykh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the tasks of the volunteer movement as one of the important links of ideological work and patriotic education of young people during the special military operation in Ukraine. It focuses on the revival of the valuable experience of past generations, the preservation of ideals and traditions and it analyzes the main areas of volunteer work in the social, cultural, sports, medical, patriotic, educational and environmental fields. Despite the difficult political situation in our country, there is a certain increase in patriotic sentiments, which is confirmed by an increase in the number of voluntary volunteer organizations. Special attention is paid to a new type of volunteering – media volunteering, with the help of which the issues of military operations in Ukraine are objectively covered. The analysis of the study allows noting some shortcomings in the work, among which there is little information about volunteer work, a lack of specialists working with young people, the absence of clear state programs, and the dependent position of some young people. The article concludes that Russian youth has become the most active group, which is the core of the volunteer movement and the initiator of various projects and programs.

Keywords: military operation, media volunteering, fundraising, patriotic education, comprehensive program, charity events

Сегодня, в период специальной военной операции (СВО) на Украине, остро стоит вопрос о дальнейшем развитии и задачах волонтерского движения как одного из важных звеньев идеологической работы и патриотического воспитания молодежи. Долгие годы образ американского и европейского обывателя пропагандировал потребительскую психологию, в основе которой стоял идеал чело-

века – перепотребителя. Важно понять и оценить опыт прошлых поколений, тяжелые лишения, которые испытали наши граждане в период Великой Отечественной войны и понять важность сохранения нравственных идеалов и традиций в основе которых лежит добродетель, любовь и сострадание человеку.

Когда современники говорят о волонтерском движении и волонтерах, то часто назы-

вают их людьми будущего, которые дают человечеству шанс на выживание, и это особенно актуально в период многочисленных санкций Запада и ненависти в отношении к нашей стране.

Термин «волонтерство» в России стал наиболее часто встречаться в исследовательской литературе в начале 90-х гг., в этот период появились первые волонтерские некоммерческие организации, целью которых в первую очередь являлась благотворительная работа.

Обычно волонтерская работа предусматривает деятельность в разных направлениях: в социальной области, культурной [1], спортивной, медицинской, патриотической, просветительской [2] и экологической.

К современным видам волонтерства можно отнести медиаволонтерство, с помощью которого объективно освещаются вопросы СВО на Украине. Фоторепортеры и журналисты представляют факты о военных действиях и подвергают критике поток недостоверной информации; часто именно благодаря волонтерским усилиям мы можем получать достоверные сведения прямо с места военных действий.

Несмотря на сложную политическую обстановку в нашей стране, нельзя не заметить определенный рост патриотических настроений, что подтверждается увеличением числа добровольческих волонтерских организаций. Анализ современных исследований доказывает, что в России накоплен большой опыт работы, связанной с решением некоторых проблем молодежного волонтерства. По данным Росстата с каждым годом увеличивается количество людей, желающих добровольно участвовать в социально значимых проектах. Так в 2017 г. их было 2,4 млн чел., в 2018 г. – 2,9 млн [3]. В 2022 г. по данным Центра исследований гражданского общества Высшей школы экономики россияне охотнее, чем за предыдущие годы участвовали в волонтерской деятельности. Так, 44 % россиян хотя бы раз помогали нуждающимся. Безусловно, как отмечают сами россияне, на рост волонтерских и патриотических настроений оказывает большое влияние проведение СВО на Украине, люди становятся волонтерами на волне

энтузиазма, желания помогать другим и чувствовать свою сопричастность.

Если сегодня дать определение понятию «волонтерство», то можно отметить, что это объединение патриотов-добровольцев, которые направляют свои усилия и профессиональные знания на благо другим людям на безвозмездной основе.

В настоящее время продолжает активно функционировать Комплексная программа развития международного сотрудничества по поддержке добровольческих инициатив – «Волонтеры мира», целью которой является обеспечение объективного информационного и экспертного сотрудничества. Важную работу в этой области осуществляет онлайн-университет социальных наук, который проводит курсы для начинающих волонтеров, а также для организаторов волонтерства, именно здесь стартуют благотворительные акции, в которых может принять участие каждый желающий. Так, в апреле 2023 г. стартовали сразу две акции: акция «Красная гвоздика», которая уже в восьмой раз по всей России собирает средства для оказания медицинской помощи ветеранам Великой Отечественной войны и акция «Семейная память», посвященная памяти жертвам преступлений, совершенных в годы Великой Отечественной войны. Принимать участие в подобных акциях могут школьники и студенты, для них специально представлен банк архивных источников и образовательный курс от экспертов об исследовательской работе с проверенными информационными источниками [4].

Особую популярность в последние годы в России приобрел фандрайзинг – особый вид волонтерской деятельности, направленный на сбор средств для конкретного больного или для проведения дорогостоящей операции. С его помощью были спасены тысячи жизней, среди которых большое количество детей раннего возраста.

В качестве наиболее активной группы, которая является стержнем добровольческого волонтерского движения, выступает российская молодежь, именно она является инициатором различных проектов и программ [5]. К сожалению, волонтерские программы ориентированы в большинстве своем только на мо-

лодых людей и реализуются в основном студентами высших учебных заведений. Следует отметить, что наиболее часто благотворительная работа студентов напрямую связана с их будущей профессией: педагог, врач или социальный работник.

Некоторые российские вузы для поддержки волонтерского движения стали добавлять баллы наиболее активным молодым людям к сумме оценок за ЕГЭ, часть организаций оплачивает добровольцам авиа- и железнодорожные билеты¹, а Президент РФ сам награждает лучших волонтеров года (рис. 1).

Важно отметить, что с 2022 г. в волонтерской работе активнее стали принимать участие разные группы населения, среди которых интеллигенция и предприниматели. К сожалению, следует констатировать, что довольно большой процент начинающих волонтеров уходит из этой сферы деятельности на начальном этапе, что можно объяснить рядом причин:

- немногочисленная информация о волонтерской работе;
- недостаток специалистов, работающих с молодежью [6];
- противоречия между ожидаемой и предполагаемой деятельностью;
- малая возможность для проявления творческой инициативы [7];
- отсутствие четких государственных программ;
- иждивенческая позиция части молодежи [8].

Государственную политику в сфере поддержки волонтерского движения обоснованно подвергают критике, часто деятельность волонтеров нигде не фиксируется, и это дает возможность чиновникам приписывать себе их заслуги. Примером может служить работа поисково-спасательных отрядов в России, пользующихся большим авторитетом у специалистов, т. к. зачастую они эффективнее выполняют свою работу по поиску людей, чем правоохранительные органы. Профессионалы, работающие в кризисных центрах, оказывают незамедлительную помощь жертвам домашнего насилия и с помощью волонтеров предоставляют временное жилье и бесплатную психологическую помощь.

С 1995 г. все права и обязанности добровольческой деятельности волонтеров зафиксированы на уровне федерального законодательства, несмотря на это в разных городах и поселениях нашей страны чиновники часто тормозят благотворительную деятельность, игнорируя ее достижения.

Особое внимание в волонтерской деятельности отведено работе с детскими сиротскими домами [9], специализированными школами, детьми-инвалидами, домами престарелых. Одним из распространенных видов помощи является помощь детям, оставшимся без попечения родителей, а также центрам временного содержания трудных подростков и медицинским учреждениям, где волонтеры часто выполняют работу младшего медицин



Рис. 1. Президент России Владимир Путин вручает награду «Волонтер года 2022» Владимиру Тараненко

¹Россия стала мировой столицей волонтерства и добровольчества // Dobro.ru [Электронный ресурс]. URL: [https://dobro.press/novosti/rossiya-stala-mirovoi-stolitsei-volontyorstva-i-](https://dobro.press/novosti/rossiya-stala-mirovoi-stolitsei-volontyorstva-i-dobrovolchestva-startoval-priyom-zayavok-na-mezhdunarodnuu-premiu-myvmeste-2023)

dobrovolchestva-startoval-priyom-zayavok-na-mezhdunarodnuu-premiu-myvmeste-2023 (05.05.2023).

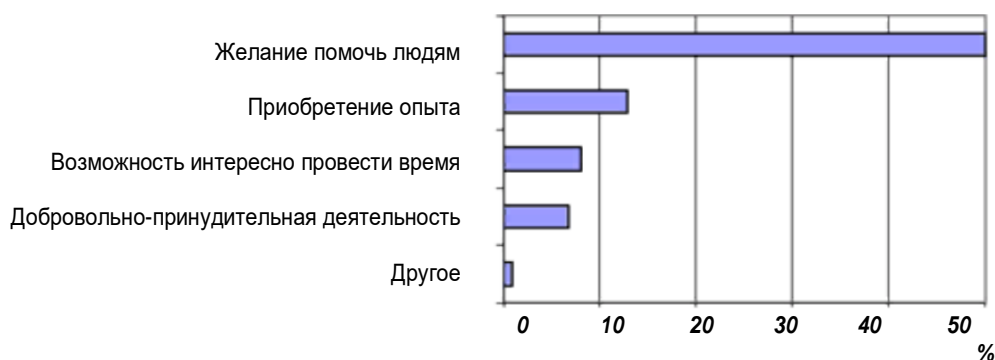


Рис. 2. Основа волонтерского движения среди молодежи

ского персонала и осуществляют уход за тяжелобольными, дежурят, в том числе и ночью. Для детей младшего возраста, находящихся в больницах, волонтеры проводят мероприятия развлекательного характера, поздравляют с днем рождения, раздают подарки.

Следует выделить следующие современные формы волонтерства:

- организованная – учитывает центральную координацию и регуляцию со стороны государственных органов;
- стихийная – работает на энтузиазме и сострадании людей;
- корпоративная – функционирует при поддержке государственных и коммерческих организаций;
- pro bono – предоставляет социальные услуги (клининговые услуги престарелым людям, бесплатные стрижки, прогулки, посещения на дому и т. п.).

Данный рисунок характеризует заинтере-

сованность молодых людей в волонтерской работе (рис. 2) [10].

Часто наиболее активные волонтеры становятся резервом для организаций и получают преимущества при устройстве на работу [11], а для любителей путешествий предоставляется возможность не только помочь другим, но и познакомиться с достопримечательностями других городов.

Если рассматривать данный вопрос в долгосрочной перспективе, то необходимо отметить, что добровольческая работа помогает молодежи не только получить дополнительные знания, умение общаться с людьми, но также отстаивать не только свои интересы, но и интересы общества; способствует самопознанию, саморазвитию и росту профессиональных навыков. Для современной молодежи это возможность получить жизненный опыт и наладить связи, необходимые для дальнейшего карьерного роста.

Список источников

1. Бодренкова Г.П. Стратегия развития добровольчества в России-2020 // Социальные технологии, исследования. 2011. № 4. С. 50–60.
2. Колмогорцева Н.Н., Нигматулина С.В. Волонтерство как социально значимая деятельность студенческой молодежи // Волонтер. 2014. № 2. С. 35–43.
3. Тимофеева Ю. Дело добровольное: в России в 2022 году резко выросло число волонтеров // Известия [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1437759/iuliia-timofeeva/delo-dobrovolnoe-v-rossii-v-2022-godu-rezko-vyroslo-chislo-volonterov> (05.05.2023).
4. Дьячкова Т.В., Зарниченко Н.В. Вовлечение подростков в волонтерское движение как средство противодействия асоциальным группировкам // Обзор.НЦПТИ. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vovlechenie-podrostkov-v-volontyorskoe-dvizhenie-kak-sredstvo-protivodeystviya-asotsialnym-gruppirovkam> (05.05.2023).
5. Быстрова Н.В., Цыплакова С.А., Чумакова Л.А. Волонтерское движение как фактор развития социальной активности молодежи // Карельский научный журнал. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/volonterskoe-dvizhenie-kak-faktor-razvitiya-sotsialnoy-aktivnosti-molodezhi> (05.05.2023).
6. Зборовский Г.Е. Проблема волонтерства в структуре социологического знания // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-volonterstva-v-strukture-sotsiologicheskogo-znaniya> (05.05.2023).

7. Гагагова Л. От солидарности сильных – к помощи слабым: История развития волонтерства в России // Наука и религия. 2018. № 8. С. 10–13.
8. Рудых Л.Г. Особенности нигилистического мировоззрения // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 4. С. 120–124. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47366661_80724160.pdf (04.05.2023).
9. Елисеев В.С. Проблемы правового обеспечения волонтерской деятельности // Право и государство: теория и практика. 2013. № 5. С. 133–139.
10. Егоров О.И. Проблемы и потребности развития волонтерского движения // Семья против наркотиков. 2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://semya-protiv-narkotikov.ru/analiticheskaya-spravka-problemy-razvitiya-volonterstva> (05.05.2023).
11. Шубина И.М. Волонтерство и/или карьера (нужное подчеркнуть) // Волонтер. 2014. № 2. С. 29–35.

Информация об авторе / Information about the Author

Рудых Лилия Геннадьевна,
к.и.н., доцент кафедры истории и философии,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
lili.rudih2011@yandex.ru

Liliya G. Rudykh,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
History and Philosophy Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
lili.rudih2011@yandex.ru

Отражение опыта работы деятелей искусства и коллекционеров по созданию передвижных выставочных пространств Иркутской губернии в периодической печати

© В.В. Ткачев

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье на примере периодической печати первого десятилетия XX в. представлено то, как авторы публикаций отражают опыт работы деятелей искусства и коллекционеров по созданию передвижных пространств Иркутской губернии. На материалах архивов Иркутска, в которых сохранились систематизированные собрания газет, показана просветительская деятельность общества передвижных выставок в Сибири в 1900–1910-е годы. В результате обращения к архивным собраниям были определены документы, которые восстанавливают историю создания площадок и центров для хранения и способов перевозки художественных коллекций и картин, которые создавались местными мастерами. На страницах периодической печати отражаются основные принципы для поддержания работы общества передвижных выставок. Отмечается то, что объединение художников и коллекционеров организовывали художественные мероприятия, которые создавали связь между горожанами и произведениями искусства. В результате художественно-просветительской работы городское общество знакомилось и приобщалось к творческому наследию местных и западных мастеров. Включение в работу свидетельств о просветительской деятельности творческого сообщества показывают то, как в городах Иркутской губернии появляется возможность познакомиться с основными произведениями в период изучения территории в окрестностях Байкала. В архивных собраниях Иркутска сохранились материалы, которые представляют с разных сторон художественные события и отражают работу жителей по созданию выставочных пространств. Поэтому важно изучать принципы подбора и систематизации научными сотрудниками и специалистами музеев статей из периодической печати, которые собирались постепенно в процессе исследовательской работы.

Ключевые слова: история Сибири, городская культура, художественная жизнь, художественные выставки, периодическая печать

Displaying the Artists and Collectors' Experience in Creating Mobile Exhibition Spaces of the Irkutsk Province in Periodicals

© Vitaliy V. Tkachev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Using the periodical press of the first decade of the 20th century as an example, the article presents how the authors of publications reflect the experience of the work of artists and collectors in creating mobile spaces in the Irkutsk province. Based on materials from the archives of Irkutsk, in which the systematized collections of newspapers have been preserved, the article restores the educational activities of the society of traveling exhibitions in Siberia in 1900-1910. As a result of referring to archival collections, the article presents documents that restore the history of the creation of sites and centers for the storage and transportation of art collections and paintings that were created by local masters. The pages of the periodical press reflect the basic principles for maintaining the work of the society of traveling exhibitions. The article notes that the association of artists and collectors organized art events that created a connection between citizens and works of art. As a result of artistic and educational work, the city society got acquainted and joined the creative heritage of local and Western masters. The inclusion in the work of evidence of the educational activities of the creative community proves how in the cities of the Irkutsk province there is an opportunity to get acquainted with the main works during the study of the territory in the vicinity of Lake Baikal. The archival collections of Irkutsk have preserved materials that represent artistic events from different angles and reflect the work of residents to create exhibition spaces. Therefore, it is important to study the principles of selection and systematization by researchers and specialists of museums of articles from periodicals, which were collected gradually in the process of research work.

Keywords: history of Siberia, urban culture, artistic life, art exhibitions, periodicals

Главное значение в развитии центров сохранения и изучения наследия отечественного искусства имеет то, каким образом будет построена работа как с посетителями, так и с организаторами и художниками, которые создают пространства для полного понимания и осознания содержания живописных полотен. Руководители творческого процесса находятся в постоянном поиске новых материалов, которые станут основой для начала взаимодействия и построения совместной работы. Важна не только ситуация или место проведения события, но и идея, порядок, структура предстоящего мероприятия. Когда редакторы и авторы статей в дореволюционной периодической печати описывали условия создания пространств и их участников, то стремились передать основные условия, которые формировались на стадии обсуждения коллективом культурных и образовательных центров.

В современном исследовательском сообществе поднимаются вопросы о сохранении художественного наследия, о работе общественных структур и объединений, которые организовывали мероприятия для жителей административных центров и малочисленных городов Российской империи в дореволюционный период. Особенности построения просветительской деятельности и взаимодействия посетителей с произведениями искусства влияли на общий результат мероприятий, их эффективность, а также на получение знаний об истории региона. В процессе написания планов работы и концепции будущих мероприятий организаторы просветительских пространств отмечали основные моменты, на которые необходимо обращать внимание: идея и содержание материалов, специфика аудитории, интересы к современным проблемам, реакция на происходящие события и многие другие аспекты. Документальные свидетельства, которые сохранились в архивах Иркутска, дают представление о том, как организаторы сообществ художников и коллекционеров определяли направления просветительской деятельности по созданию и поддержанию образовательных пространств.

На страницах сибирских газет можно было встретить как отдельные тематические рубрики по художественным школам или собы-

тиям, так и подробные описания выставок, на которых были представлены живописные полотна мастеров. Таким образом, сохранилась в фондах собрания художественного музея Иркутска серия публикаций из газет «Иркутские губернские ведомости», «Восточное обозрение» и «Сибирь», посвященная сибирским художникам и мероприятиям творческого сообщества – общества передвижных выставок для Сибири.

Цель представляемой исследовательской работы заключается в том, чтобы посмотреть процесс отражения опыта работы деятелей искусства и коллекционеров по созданию передвижных выставочных пространств Иркутской губернии в периодической печати.

В процессе восстановления исторических событий были выявлены документы из собрания Государственного архива Иркутской области о работе первых творческих объединений в Иркутской губернии и материалы о работе деятелей искусства по распространению знаний о художественных школах, которые существовали в период преобразования городского пространства из собраний художественного музея в Иркутске. Также сохранились экземпляры издательства серии альбомов, каталогов и тематических журналов, которые отражают события прошедшего времени о деятельности художественной интеллигенции по приобщению жителей городов в Иркутской губернии к искусству.

Основные этапы развития, изменчивости городского пространства и деятельности творческих сообществ в данном процессе рассматривались исследователями на протяжении долгого времени. Существуют подробные научные труды отечественных историков, культурологов и многих других специалистов в сфере музейного дела [1, 2]. Из них следует, что первые художественные мероприятия проводились по инициативе коллекционеров, которые были представителями купеческого сословия. Данные события с участием иркутских купцов были изложены сибирскими исследователями [3, 4].

Особенности развития издательств и коллективов редакторов, которые работали над созданием газет и журналов в Иркутской губернии, были представлены в научных трудах исследователя [5, 6]. Выставочную работу от-

дельных организаций рассматривали историки, которые не только отобрали уникальные материалы из собраний сибирских и центральных архивов, но и восстановили основные этапы включения предметов искусства в состав музеев [7–9]. Деятельность общества передвижных выставок в Сибири изучалась в контексте развития художественных площадок для демонстрации трудов в период продолжительной работы в составе экспедиций и проведения комплексных исследований территории водоема оз. Байкал [10, 11].

В последующие годы продолжалась и до сих пор проводится научная работа по восстановлению событий, которые описывали заседания выставочных комиссий при музеях и творческих объединениях. Труды, которые появлялись в разные периоды развития музейного дела, раскрывают участие деятелей искусства в выставках и в период перемещения произведений в другие населенные пункты. Продолжается работа по сбору и анализу содержательных сторон документальных свидетельств, которые включают новые материалы при восстановлении исторических событий в Иркутской губернии на протяжении периода развития городской среды [12]. Проводились исследования региональных издательств, которые отражали опыт работы с населением в контексте создания художественных центров как мест сосредоточения интеллектуальных сил настоящего времени. В рамках работы изучалась и деятельность музеев в Иркутске [13].

Приведенный обзор исторических исследований доказывает то, что ученые продолжают обращаться к истории взаимоотношений жителей городов Иркутской губернии в рамках построения единого художественного пространства. Тем не менее, остаются не изученными вопросы об условиях создания первых творческих сообществ для создания выставочных павильонов. Также не рассматриваются особенности просветительской деятельности общества передвижных выставок в 1900–1910 годы.

Творческое сообщество, в которое входила большая часть художников, коллекционеров и музейных сотрудников, постепенно расширялось и объединялось для того, чтобы развить возможности проведения передвижных выставок. Предложения о перемещении

живописных полотен мастеров, просветительской деятельности, распространении знаний об искусстве по сибирским городам были изложены в конце прошедшего XIX века, но не существовало центров, которые поддерживали инициативы художников. В 1903 г. состоялась первая передвижная художественная выставка для Сибири, на которой были представлены работы как сибирских, так и центральных творческих сообществ. В первое десятилетие многими коллекционерами и мастерами обсуждались условия для создания объединения с целью развития живописных школ, образования и просвещения жителей, знакомства с отечественным и мировым художественным наследием. В архивах Иркутска сохранился документ, который свидетельствует о том, как общественность заботилась о благоустройстве творческих площадок в городах. К данному процессу были подключены: М.И. Педашенко-Третьякова, М.В. Сукачева, В.В. Матэ, А.И. Менделеева, Е.М. Бем, А.А. Киселев, Э.О. Визель, А. Орлов и П. Самойлов [14, 15].

На страницах периодической печати «Сибирь» и «Иркутские губернские ведомости» были представлены основные этапы создания и проведения передвижных художественных выставок в городах [16]. Особенности построения первых разделов, формирования общих идей в продвижении ключевых исследовательских работ возможно встретить в статьях известных деятелей науки и искусства [17].

Стоит отметить, что на протяжении всего периода изучения отношений деятелей искусства и общественности Иркутской губернии прослеживается интерес исследователей к работе художников, которые постепенно стремились к благоустройству пространств. Историки публиковали результаты своих исследований, которые восстанавливали исторические сюжеты по формированию первых собраний, выставочной работе комиссий и комитетов при проведении мероприятий. Основные подходы в объединении сил деятелей искусства и коллекционеров Иркутской губернии в обществе передвижных выставок, формирование направления по развитию совместных научных исследований и представление результатов на общедоступных мероприятиях были изложены сибирскими историками.

Собранные в архивах материалы, которые отражают с разных сторон просветительскую деятельность общественных, творческих и научных объединений, достижения деятелей искусства, стали основой для проведения отечественными историками более глубоких исследований. Так, ученые подтвердили то, что музеи, музейное дело, коллекционирование становятся важными составляющими в городской среде для жителей Иркутской губернии. Постепенно можно было наблюдать процесс включения собирателей в состав экспертных комиссий, комитетов по определению ценности поступивших в музеи предметов.

В период с 1900 по 1910 годы возможно проследить обращение к мероприятиям, которые были сосредоточены на внимании зрителя к актуальным социальным, экономическим, политическим изменениям, которые происходили в связи с ростом численности населения городов, появлением благоустроенных пространств, развитием художественных образов административных, учебных и других зданий. Создаются выставочные проекты, которые объединяли творческие сообщества сибирских регионов, ученых, художников, коллекционеров, педагогов и других представителей общественности, которые собирали и понимали содержание произведений отечественных мастеров. Деятели искусства обращали свое внимание на развитие не только определенных центров взаимодействия с живописными полотнами, но и других мест, где можно было наблюдать процесс знакомства гостей города с коллекциями. Материалы, которые находятся в государственных и частных собраниях, в полной степени раскрывают содержание событий, их идею, основных участников и результативность. Также необходимо отметить, что многие коллекции документов составлялись по отдельным принципам: по тематическим интересам автора, возможности приобретения и размещения в помещении, актуальности для настоящего времени. Историки осознают значимость включения исторических источников при восстановлении ключевых событий развития региона. Периодическая печать как один из видов источников занимает особое место в процессе определения основных направлений

работы представителей общественности, которые взаимодействовали с произведениями искусства, поддерживали художественные проекты, направленные на формирование интереса у горожан к культурному наследию.

В газете «Сибирь» от 1910 г. подробно изложено, как общественность поддерживала мероприятия и просветительскую деятельность первых творческих объединений. Авторы статей отмечают то, что с началом появления интеллигенции, которая занималась изучением исторического наследия, изменилось отношение жителей к музеям и художественным собраниям. Материалы сообщают следующие сведения: «В страну холода и ссылки стали проникать лучи чистого искусства. За последние тринадцать лет в Иркутске было около десяти художественных выставок. В первой половине 1880-х гг. В.П. Сукачев в здании музея устроил выставку картин русских художников. Тут были произведения Судковского, Айвазовского, Маковского, Максимова, Орловского и других. Из сибирских художников на этой выставке фигурировал покойный Вронский со своими видами Тунки, писанными красками и карандашом. Под кистью Вронского суровая сибирская природа дышала мягкими тонами благодатного юга. На этой выставке хотя и не было картин на сибирские темы, за исключением Вронского, но зато иркутяне познакомились с некоторыми из корифеев русской живописи. Затем через шесть лет В.П. Сукачев повторил эту выставку, дополнив ее целой серией новых картин – Верещагина, Трутовского, Вельца, Семирадского и других. После сукачевских выставок в 1900 г. была еще «сборная» выставка из наличных картин, имеющихся у кого-либо в Иркутске. На «сборной» выставке дебютировали любители-художники бр. Шешуновы с сибирскими пейзажами, порой недурными. В 1903 году была передвижная выставка французских художников. Вслед за французской в 1904 году была устроена передвижная выставка петербургских художников, организованная Педашенко-Третьяковой. В Рождество и святки за последние годы выставял свои картины г. Вучичевич, а ранее выставял картины его брат. В Пасху 1909 года в музее фигурировали местные художники. И, наконец, настоя-

щей весной на пасхальной неделе были разом три художественные выставки: местных художников в музее, Лытнева в здании мужской гимназии и Г.И. Гуркина в здании 5-классного училища, последняя имела крупный и заслуженный успех»¹.

Опыт, который приобретался десятилетиями, в дореволюционный период, необходимо не только изучать, но и осваивать и применять на практике. Благодаря взаимодействию горожан с организаторами мероприятия, которое было зафиксировано в документах, стало возможным определение трудностей в создании площадок, неэффективность показа музейных и частных собраний. Важное значение в культурной среде имела работа образовательных и культурных центров как мест по изучению и сохранению художественного наследия. В процессе модернизации городов Иркутской губернии к концу XIX века усиление экономического положения, совершенствование условий для обустройства быта его жителей было актуально. К началу нового столетия в городах Иркутской губернии деятели искусства объединяются в работе по созданию общества передвижных выставок. В соответствующих мероприятиях принимали участие разные специалисты, которые имели большой опыт включения произведений искусства в собрания музеев, понимали основные принципы построения пространства для показа уникальных предметов.

Развитие исторических исследований в культурной сфере предполагает выявление и подробный анализ документальных свидетельств о том, как организовывались отношения общества и власти. Для ученого важно знать, на каком этапе находились участники данного процесса. Трудности при составлении планов по совместной работе в разных культурных учреждениях влияли на будущее координирование всех направлений, действий специалистов. При рассмотрении исторических событий и деятельности сотрудников организаций и художников необходимо понимать, как складывалось сотрудничество в результате реализации идей, проектов. На протяжении многих лет историками соби-

рался материал, который в настоящий момент публикуется в научных журналах.

Процесс проведения первой передвижной выставки, которая была основана на произведениях сибирских мастеров, был представлен в следующей статье: «Теперь на осьминог неделе открылась у нас в Иркутске «первая сибирская передвижная выставка». Эта выставка с полным правом может именоваться – сибирской, так как в ней громадное большинство картин писано на сибирские темы, и, кроме того, эта выставка может рассматриваться как «первая ласточка» сибирских передвижных выставок. Томское общество любителей художеств теперь занято вопросом о периодических передвижных выставках на почве объединения всех сибирских художников, а «пока что» эту идею уже реализовала группа томских художников, устроившая первую передвижную выставку сначала в Томске, а затем здесь, в Иркутске, в малом зале общественного собрания. Нельзя не приветствовать это доброе начинание, вносящее все-таки луч света в сибирскую серую жизнь. Сибирь давно ждет своих художников, и уже пора запечатлеть красками на полотне и приросту, и человека этой обширной страны»².

Деятели искусства, которые присутствовали на открытии данной выставки, подробно передают расположения живописных полотен, основное содержание, которые было заложено авторами произведений и многие другие важные для восстановления события детали. Так, воспоминания музейных сотрудников описывали моменты построения художественного пространства: «На картинах сибирских передвижников главное место занял пейзаж, а затем жанр и портреты. Есть даже попытки исторической и декоративной живописи. Наибольшие по размерам картины принадлежат кисти Л.П. Базановой. У художницы замечается большое стремление к разнообразию. Она пишет портреты, жанр, пейзаж, ей не чужда историческая живопись и даже... декоративная. Но не все ее произведения заслуживают одинакового внимания. Бесспорно, хорошо написаны г-жей Базановой портреты П.И. Макушина и Г.Н. Потанина, в особенно-

¹Архив Иркутского областного художественного музея им. В.П. Сукачева (Архив ИОХМ). Дело по истории художественной жизни в Иркутской губернии. Л. 5.

²Государственный архив Иркутской области (ГАИО). Ф. 293. Оп. 1. Д. 162. Л. 4.

сти последнего. Этот портрет, помимо сходства, очень сочно написан по колориту, а по рисунку безукоризненно. Портрет Г.Н. Потанина может считаться гвоздем выставки. Также очень хорош портрет П.И. Макушина. Обращает на себя внимание небольшая картина Базановой «Осенняя песня», изображающая в осенних сумерках мечтательно настроенную женскую фигуру со скрипкой в руках»³.

Воспоминания организаторов передвижных выставок в Сибири и оформителей пространств сохранили записи о том, как произведения искусства передавали особенности передачи живописных мест Иркутской губернии. В одном фрагменте передаются сюжеты, которые связаны с историей отдельных городов, рассказывают об уникальной культуре, традициях коренных народов: «В этой картине замечательно мягко передано настроение. Эта картина одна из лучших произведений художницы. Недурно по тону написана женщина-алтайка (№ 107) в шаманском костюме «пред камланием»⁴.

Продолжая описание выставочных пространств в Иркутске возможно отметить живописные полотна, которые подробно отражают повседневную жизнь в отдаленных территориях Сибири. Сохранились записи о том, как художники создавали картины на разные темы, как региональной истории, так и событий общероссийского процесса. Приведены описания нескольких работ, которые были представлены на выставках в Иркутской губернии. Авторы статей обращались к читателям и говорили о том, что картины очень интересно написаны: «Черневая тарса» и типы алтайцев интересны в этнографическом отношении. Пожалуй, можно отметить «Степановский пруд». Пейзаж, однако не ее (Авт. – Л.П. Базановой) специальность. Например, церковь, № 21, недурно написана, а высящиеся за ней на заднем плане горы напевают на церковь. В картине нет воздуха. К числу неудачных картин следует отнести группу алтайцев, идущих со свадьбы (№ 5)⁵. На фоне алтайской природы мчатся на лошадях всадники и всад-

ницы. Фигуры лошадей и людей скомпонованы, но пейзаж вышел анемичным. Вместо залитого светом полугорья с роскошной травой получилось что-то белесоватое, выцветшее. Про историческую картину «Съезд князей в Любече», написанную в стиле постановки средней руки провинциальной оперы, без признака исторической правды, лучше умолчать. Также лучше не говорить и про кондитерское произведение «Мечта» (панно), ибо «замыслов отважные порывы имен, давний не стяжают», как говорил принц Гамлет. Про две картины самоучки крестьянина Ложкина следует высказать пожелание, чтобы дарования из народа не зарывались в землю»⁶.

Следовательно, на страницах таких газет, как «Сибирь», «Иркутские губернские ведомости» и «Восточное обозрение» отражена просветительская деятельность общества передвижных выставок в Сибири в период развития городов в 1900–1910 гг., когда появляется возможность жителям отдаленных территорий познакомиться с творчеством неизвестных и признанных мастеров. Сохранившиеся в архивах материалы периодической печати отражают процесс организации первых совместных художественных мероприятий. В собраниях существуют не только вырезки из газет, но и заметки и воспоминания деятелей искусства о том, как выставки приобщали горожан к отечественному и мировому наследию живописных школ.

Опыт в процессе организации выставочных пространств, который приобретался в течение многих десятилетий, передавался на разные направления деятельности творческих сообществ. В результате проведения выставок, передачи знаний о творчестве мастеров, появляются постоянные художественные связи между разными населенными пунктами в Сибири: Иркутском, Томском, Красноярском. Источники периодической печати необходимо продолжать изучать, так как они показывают то, как авторы статей собирали материалы, посещали мероприятия и оценивали происходящие события.

³Архив ИОХМ. Личное дело Р.С. Пророкова. Л. 8.

⁴Государственный архив Иркутской области (ГАИО). Ф. 293. Оп. 1. Д. 2. Л. 6.

⁵ГАИО. Ф. 480. Оп. 1. Д. 459. Л. 13.

⁶ГАИО. Ф. 480. Оп. 1. Д. 178. Л. 11.

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: Вост-Сибкнига, 2012. 797 с.
3. Озерова С.А. Роль В.П. Сукачева в формировании культуры г. Иркутска // Современное искусствознание: теоретические концепции и практики. Материалы всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конф. (г. Улан-Удэ, 10 июня 2020 г.). Улан-Удэ, 2020. С. 154–156.
4. Гаврилова Н.И. Развитие благотворительных обществ городов Иркутской губернии во второй половине XIX–начале XX вв. // Материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф., посвященной 210-летию со дня рождения Н.Н. Муравьева-Амурского и 170-летию со дня рождения А.М. Сибирякова (г. Иркутск, 24–25 октября 2019 г.). Иркутск, 2020. С. 156–170.
5. Шевцов В.В. «Иркутские губернские ведомости» в «послемуравьевский период» (1860-е гг.) // Макушинские чтения. 2015. № 10. С. 259–265.
6. Шевцов В.В. Правительственная периодическая печать Сибири (вторая половина XIX – начало XX века). Сер. Транссибирский научный путь. Томск: Изд-во Том ун-та, 2016. 622 с.
7. Колесник Л.М., Пушкина Т.Л., Свинин В.В. ВСОРГО и музейное дело в Иркутске // Известия Иркутского государственного университета. Сер. «История». 2012. № 2. 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. С. 18–22.
9. Христюлова Т.П. Своеобразие художественной критики Л.П. Базановой в сибирской дореволюционной периодической печати // Советское искусство и мировое художественное пространство: роль женщины в искусстве XX века: материалы науч.-практ. конф., посвященной выдающемуся скульптору-монументалисту Вере Игнатьевне Мухиной (1889–1953) (г. Санкт-Петербург, 16 сентября 2021 г.). Санкт-Петербург, 2021. С. 116–125.
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. Формирование художественного пространства иркутян второй половины XIX – начала XX вв. на страницах сибирской печати // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 2. С. 97–101. [Электронный ресурс]. URL: <http://mvestnik.pf/journals/2021/02/articles/17> (01.05.2023).
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. Христюлова Т.П. Академическая традиция в художественной жизни Томска на рубеже XIX–XX века // Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры. 2018. № 4. С. 166–169.
17. Климова О.Г. Повседневность сибирского купечества XIX – начала XX века в мемуарах современников в работах сибирских историков // Гуманитарный вектор. 2019. Т. 14. № 6. С. 87–94.

Информация об авторе / Information about the Author

Ткачев Виталий Викторович,
аспирант,
Исторический факультет,
Иркутский государственный университет,
664074, г. Иркутск, ул. Чкалова, 2,
Российская Федерация
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Vitaliy V. Tkachev,
Postgraduate Student,
Historical Faculty,
Irkutsk State University,
2 Chkalov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Приемы минимализма в русской поэзии конца XX века

© Е.В. Иванова, Ю.М. Брюханова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Минимализм в русской поэзии – явление не широко изученное, требующее теоретического обобщения. В связи с этим формулируется основная задача данного исследования – аккумуляция и научная рефлексия теории минимализма в литературе. Обозначены проблемы в изучении минимализма, дано его определение, указаны временные рамки и основные содержательные и формальные черты минималистических текстов. Основные материалы, ставшие базой исследования – работы И.И. Плехановой, В.Г. Кулакова, Дж. Янечка и О. Кравчук. Благодаря теоретическим сведениям была составлена подборка стихотворений поэтов конца XX века, в которых находят отражение минималистические принципы и установки, минималистические взгляды на эстетику текста. В ходе анализа произведений было выделено 11 поэтических приемов, использованных в стихотворениях, и 10 функций, ими реализуемых. Наиболее частотными приемами оказались повтор (самый продуктивный), антонимия и абсурдное сочетание, а самыми значимыми функциями – функции подражания устной речи, создания нового смысла, объединения различного и функция иронии и игры. Также было обнаружено, что функция иронии и игры для русской минималистической поэзии является сквозной и реализуется во всех текстах и с помощью всех приемов. Во второй части статьи представлены четыре названные выше функции, проиллюстрированные показательными примерами.

Ключевые слова: минимализм, минималистические тексты, поэтические приемы, функции приемов, ирония

Techniques in Russian Poetic Minimalism of the late 20th century

© Ekaterina V. Ivanova, Yulia M. Bryukhanova

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. There are very few scientific works written about Russian minimalism. So, the main goal of the research is creation of an exhaustive theoretical base: posing problems connected with the study of minimalism, giving its definition, defining of time frame and content and formal features of minimalistic texts. A selection of poems by poets of the late 20th century is compiled on the basis of theoretical information. Works by I.I. Plekhanova, V.G. Kulakov, J. Janecek and O. Kravchuk are the basis of the study. These poems reflect minimalists' principles and attitudes, views on the aesthetics of the text. The analysis of the works highlights eleven poetic devices used in the poems and ten functions they implement. The most frequently used techniques are repetition (the most productive), antonymy and an absurd combination and the most important functions are functions of imitation of oral speech, of new meanings creation, of different things combination and the function of irony and play. Also, it finds out that the function of irony and play for Russian minimalist poetry is crosscutting and is realized in all texts and with the help of all techniques. The second part of the article presents the four functions mentioned above and exemplifies them.

Keywords: minimalism, minimalistic texts, poetic techniques, techniques' functions, irony.

В искусстве минимализм обычно определяют как художественный стиль или течение, «исходящее из минимальной трансформации используемых в процессе творчества материалов, простоты и единообразия форм» [1]. Однако при анализе литературного минимализма мнения исследователей расходятся и в обозначении дефиниции, и в установлении границ описываемого явления.

И.И. Плеханова называет минимализм «одним из принципов авангардного творчества второй половины XX века», суть которого

состоит «в радикальном отрицании классических оппозиций “жизнь/искусство”, “естественность/искусственность”» [2].

Дж. Янечек, обращаясь к Бейкеру [3], говорит о двух смыслах минимализма: «первый – широкий смысл, который относится к “любой стилистической строгости в искусстве”, а второй – “тенденция... представлять в виде произведений искусства вещи, которые... минимально отличаются от вещей не-искусства”» [4].

В.Г. Кулаков замечает, что «минимализм важен... как некий спектр актуальных худо-

жественных *идей*, растворенных в воздухе и то и дело проявляющихся – то у одного, то у другого автора» [5].

Минимализм в русской литературе строго не оформлен: нельзя найти ни чистых его представителей, ни минималистические стихотворения в точном смысле. В российской поэтической традиции он тесно сплелся с другими авангардистскими течениями: с конкретизмом и концептуализмом, и определить четкие границы между ними очень сложно. Поэтому так хороша «идейность» в определении у Кулакова – она исключает строгость использования минималистических приемов и убирает рамки, ограничивающие нас в понимании минимализма как течения. Именно на его определение минимализма как «некоего спектра актуальных художественных идей» авторы опираются в исследовании.

Минималистические идеи в русской поэзии встречались давно, но активно развиваться они стали с приходом авангардистских веяний начала XX века. Еще футуристы, отрицавшие все сложившиеся традиции и обратившиеся к антиэстетизму, придали минималистическим приемам особую актуальность. И.И. Плеханова [2] пишет, что точкой отсчета называют «Поэму конца» футуриста Василиска Гнедова (1913 г.), завершающую цикл «Смерть Искусству», в то время как В.Г. Кулаков точкой отсчета считает поэзию лианозовцев (1930–50-е гг.): «поворот происходит в поэзии Е. Кропивницкого в конце 30-х годов, с этого начинается в конце 50-х Вс. Некрасов» [5].

Дж. Янчек тоже акцентирует внимание на поэзии Вс. Некрасова [6]: «Логически, нуль в литературе должен выражаться совершенно пустой страницей (то есть, не как у Гнедова). В произносимой поэзии это должна быть полная тишина в контексте перформанса (Гнедов сопровождал исполнение своего беззвучного стихотворения медленным жестом). В любом случае, что пустая страница, что тишина должны быть представлены таким образом, так "обрамлены", чтобы интенция была ясна. Они должны появиться в том месте, где мы ожидаем найти текст» [4]. Такой текст он находит у Всеволода Некрасова – «признанного мастера современного русского минимализма» [4].

О. Кравчук пишет о лианозовской школе:

«Первым был Евгений Кропивницкий. Отказ от пафоса, простое, но эффективное построение, прямой взгляд на жизнь – все это создавало предпосылки дальнейшего развития, в том числе в сторону минимализма. Аскетизм в жизни, аскетизм поэтических приемов. Ученики – Холин и Сапгир, а в конце 1950-х – начале 60-х примкнули Некрасов и Сатуновский. Минималистская линия присутствовала в разной степени у всех» [1].

Обобщая названные позиции, остановимся на том, что минималистические тенденции стали наиболее актуальными в начале XX века и широко распространились к середине столетия.

Обозначение временных границ все же не снимает вопрос определения: что такое минималистическая поэзия? Очевидно, что это не просто поэзия малых форм. Это поэзия, склонная к освобождению от формальных стихотворных признаков; поэзия, обращающаяся к живой речи, эстетизирующая ее. Содержание таких текстов является максимально безыскусственным, близким к повседневному. Именно поэтому такое большое значение для минималистических произведений имеет рамка – контекст, помогающий осознать принадлежность произведения к искусству.

Минимализм отказывается от лирического монолога «в пользу отчужденного, как бы *самоорганизующегося диалога*... принципиального невмешательства в органику, природу слова» [1]. Стихотворение стремится к достижению предела коммуникации, что в значительной степени затрудняет понимание и в то же время расширяет область интерпретации минималистического текста. Ольга Кравчук назвала минимализм «тематизацией возможности утраты (письменным) знаком внешнего, ситуативного контекста и абсолютизацией его возможности быть цитируемым» [1].

В минималистических произведениях «иерархия художника и зрителя уничтожается, автор встает на позицию того самого простеца, который "тоже так может". Минимализм претендует на полное равенство с воспринимаящим сознанием, отсутствие избытка авторского "знания", максимальную степень свободы читателя» [1]. Минималисты намеренно используют «очень скромный

лингвистический материал» [4], этим они акцентируют внимание на антиэстетизме текста, призывая читателя вступить в диалог. Поэты играют в «мнимую антирефлексивность и неоформленность» [2], имитируют спонтанное высказывание, отказываются от мимесиса и «искусства для искусства» [2], полностью убирают контекст, предоставляя читателю право додумывать (или не додумывать) смысл – создавать свое произведение, используя предложенный автором элемент.

Однако, несмотря на демонстративную «скромность» лингвистического материала, нельзя сказать, что минималистические тексты вовсе лишены выразительных средств. У минимализма своя эстетика, свой взгляд на потенциал стихотворения. Ему свойственна «тенденция к сокрытию приема. Текст не только привлекает внимание к своей фактуре, уравнивая соположенное, но тем же жестом скрывает ее» [1]. Художественность такого произведения прячется за неискусственностью использованных в нем средств выражения. Минимализм отказывается «от очевидной сложности форм во имя актуализации сложных отношений между элементами высказывания» [2]. Сложность таких отношений создается за счет их неочевидности. Именно поэтому такие тексты лучше читать, а не слушать – визуальные составляющие, например, такие, как расположение слов или их намеренные пропуски, должны быть увидены. Выразительные средства в минималистических произведениях часто встречаются в не совсем привычном виде: предельно концентрированном, с новыми функциями, создающими необычный облик текста, его смысловую и композиционную цельность.

В ходе данного исследования были проанализированы стихотворения русских поэтов конца XX века. Подборка составлялась самостоятельно, исходя из реализации в художественных произведениях минималистических приемов. В нее вошли 78 текстов разных авторов: Яна Сатуновского [7], Всеволода Некрасова [6], Ры Никоновой [8], Леонида Виногорадова [9–10], Ивана Ахметьева [11], Михаила Файнермана [8], Владимира Беликова [8], Михаила Нилина [8] и Александра Макарова-Кроткова [12].

При анализе поэтических стихотворений было классифицировано 11 художественных приемов: повтор (самый продуктивный) [13], антонимия [14], абсурдное сочетание, пустота, ирония [15–21], прием переноса слов [22], корневая рифма, прием многозначности, словотворчество, введение добавочной информации и параномазия [23]. Все они выполняют определенные функции, которых было выделено 10 (по мере увеличения их частотности): функция демонстрации однотипности и регулярности происходящего, функция философичности, выражения экспрессивности, подчеркивания длительности действия, ритмическая функция, функция акцентирования внимания, подражания устной речи, создания нового смысла, объединения различного и, наконец, функция иронии и игры.

По мнению авторов, удобнее всего рассматривать приемы и их роль в минималистических текстах именно через анализ их функций – это позволяет комплексно оценить работу приемов и ближе подойти к содержательной стороне произведений.

Обратимся к четырем наиболее частотным из них.

Функция подражания устной речи реализуется тремя приемами: повтором, словотворчеством и переносом. Примеры подобраны соответственно:

* * *

*Ну
говори
говори
говорить легко
(Ры Никонова)*

* * *

*Вошки-семашки,
белья в больницах нету...
Я – терплю,
хоть и попервости-то
не одобрял.
(Максим Нилин)*

* * *

*музыка
уносящая в счастье
и я смотрю в*

ОКНО
нужно ли больше
(Иван Ахметьев)

К этой же функции подражания устной речи можно отнести интимизацию отношений между коммуникантами с помощью иронии:

* * *
Спина мерзнет
(Ры Никонова)

Ирония однострока, возникшего на бумаге из ниоткуда, устанавливает тесный контакт с читателем. Такую ситуацию можно легко представить – как если бы кто-то среди тишины произнес эту фразу (подражание речи).

Функция создания нового смысла выполняется добавочной информацией, абсурдным сочетанием, повтором и иронией.

Добавочная информация может быть внесена двумя способами – квадратными скобками и сноской. Каждый из этих способов реализует названную функцию с разным эффектом: информация, данная в сноске, добавляет эффект неожиданности:

* * *
вот как иногда
и так* далее

*как-то
и как-то так
как и надо
(Всеволод Некрасов)

Тогда как добавленная в скобках информация допускает два вида прочтения – с ней или без нее:

* * *
В победу-то
[пролетариата]
веруете?
Да.
(Максим Нилин)

Прочтение без слова в скобках подразумевает любую победу (например, в войне), но лексема «пролетариат» сразу погружает его в

определенную политическую обстановку и не допускает иной трактовки.

Абсурдное сочетание порождает новый смысл благодаря перенесению различных явлений в несвойственное им окружение. Например:

* * *
Поговорим с тобой
как магнитофон с магнитофоном,
лихая душа,
Некрасов Николаевич Всеволод,
русский японец.
(Ян Сатуновский)

Новая ситуация – разговор магнитофонов – раскрывает читателю смысл таких бесед: это диалог только говорящих, но не слушающих.

Даже повтор в рамках этой функции может быть истолкован неоднозначно:

* * *
Еле-елешная
жизнь.
Такие делишки.
Даешь
жизнеутверждающее искусство.
(Максим Нилин)

Лексический повтор в лексемах «жизнь» и «жизнеутверждающее» дает возможность заметить новый смысл: эта самая «еле-елешная жизнь» держится именно на жизнеутверждающем (в прямом смысле) искусстве.

Ирония действует по-другому. С помощью насмешки она дает понять, что имеется в виду ровно противоположное:

* * *
наверно я псих
не люблю
советской власти
(Иван Ахметьев)

Объединение различного осуществляется пятью приемами. Это повтор, паронимазия, корневая рифма, абсурдное сочетание и антонимия.

Рассмотрим следующий пример:

* * *

*«Свободу» надо раскавычить.
Россию можно закавычить.
(Ян Сатуновский)*

Здесь используется контекстная антонимия, которая усиливается повтором. Применение этих приемов в совокупности с синтаксическим параллелизмом позволяет поставить в один ряд совершенно разные явления, сравнить их.

Введенные с помощью повтора в текст разнородные явления тоже могут становиться однородными:

* * *

*полу помаленьку
полу сам по себе
полу за компанию
(Иван Ахметьев)*

Так же работает и паронимазия:

* * *

*«Тарусские страницы»,
«Тартуские чтения»...
А теперь что?
(Михаил Нилин)*

Становясь в процессе перечисления однородными членами, лексемы «Тарусские» и «Тартуские», контекстуальные паронимы, рождают новую связь, придают новое значение их соединению.

Абсурдное сочетание работает несколько по-иному:

* * *

*Несу с базара сельдерей.
Орут из-за ворот, дверей,
из окон,
с крыш,
через порог:
«Почем творог? Почем творог?»
(Леонид Виноградов)*

Так, сельдерей и творог, не имеющие внешнего сходства, встают в один ряд. Корневая рифма объединяет разные явления с помощью создаваемого ею ритма:

* * *

*Выдает себя желе за
усталое железо.
(Леонид Виноградов)*

И, наконец, самая объемная функция – функция иронии и игры. Она реализуется всеми приемами и во всех стихотворениях.

Ирония может появляться в игре с формой слов:

* * *

*О, трепет юности, впервые посаженной
на мотоцикл!
О, сдвиги трогателя!
(Ян Сатуновский)*

Поэт, изменяя привычный облик слов и сочетая его с возвышенным по стилю восклицанием, смеется над сформировавшимися после прочтения первой строки ожиданиями. Читатель настраивается на высокий стиль, но вдруг перед ним появляются «сдвиги трогателя». Для комического эффекта здесь важна неожиданность.

Автор может играть и со значениями слов:

* * *

*Слишком
на небе
много облаков – трудно вынести
(Ры Никонова)*

Слово «вынести» может быть растолковано и как «вытерпеть», и как «унести», что в сочетании по смыслу с «облаками» заставляет читателя улыбнуться.

Ирония может достигаться и целым комплексом приемов:

* * *

*Петр Первый
рубил рубил
щелки летели
прорубил в Европу окно
а дверь – не успел
(Александр Макаров-Кротков)*

Помимо повтора, создающего комический эффект, в тексте представлена игра с устой-

чивым выражением «прорубить окно в Европу» и принадлежащей к той же лексико-семантической группе, что и слово «окно», «дверью». Из-за такого сочетания комический эффект еще более усиливается, а смысл расширяется.

ХУДОЖНИК ВОЛОДЯ ЯКОВЛЕВ

То есть, до чего

поразительно:

вместо приблизительной точности

точная приблизительность.

(Ян Сатуновский)

Контекстная антонимия возникает здесь за счет перестановки и повтора одних и тех же слов. Такая комбинация в сочетании со смыс-

лом лексем создает ярко выраженный иронический тон стихотворения.

На основе представленного выше можно сделать следующие выводы:

– минималистические тексты больше нацелены на визуальное, а не аудиальное прочтение, что доказывает сложность и репрезентативность используемых в них приемов;

– в процессе анализа стихотворений был выявлен самый продуктивный прием – повтор. Он встречается чаще всего и выполняет максимальное количество функций;

– также было сделано важное наблюдение: все приемы в той или иной степени выполняют функцию иронии, а значит минималистическую поэзию можно назвать иронической.

Список источников

1. Кравчук О. Литература малых форм. Минимализм // Микролитъ. 2013 [Электронный ресурс]. URL: https://micro-lit.intentia.su/Literatura_malykh_form_Minimalism_-_Olga_Kravchuk.html (16.03.2022).
2. Плеханова И.И. Русская поэзия рубежа XX–XXI веков. Иркутск: Иркут. гос. ун-т. 2007. 439 с.
3. Baker K. Minimalism // New York: Abbeville Press. 1988. 144 p.
4. Янечек Дж.Дж. Минимализм в современной русской поэзии: Всеволод Некрасов и другие // НЛО. 1997. № 23. С. 246–257.
5. Кулаков В. Минимализм: стратегия и тактика // НЛО. № 23. 1997. [Электронный ресурс]. URL: https://ruthenia.ru/60s/kritika/kulakov_minimalism.htm (20.10.2022).
6. Авторский самиздат Всеволода Некрасова (1961–1976) / сост. Сосенкова Т.И. М. 2013. 261 с.
7. Сатуновский Я. Стихи и проза к стихам. М.: Виртуальная галерея. 2012. 816 с.
8. Сапгир Г. Неофициальная поэзия. Антология // РББ. 1999–2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://rvb.ru/np/publication/contents.htm> (20.10.2022).
9. Урицкий А. Восемь книг Леонида Виноградова // НЛО. 2005. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <https://magazines.gorky.media/nlo/2005/1/vosem-knig-leonida-vinogradova.html> (20.10.2022).
10. «Филологическая школа». Тексты. Воспоминания. Библиография / сост. Куллэ В., Уфлянд В. М.: «Летний сад». 2005 («Волшебный хор»). 680 с.
11. Ахметьев И. Миниатюры. Сборник стихов. München: Sagner. 1990. 73 с.
12. Макаров-Кротков А. Отредактированный экспромт: стихи. Самара: «Засекин», 2013. 80 с.
13. Губанов С.А. Тавтологический эпитет в текстах Марины Цветаевой // Теория языка и межкультурная коммуникация. 2021. № 4. С. 40–48. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/ru/view/01010961625?redirect=http%3A%2F%2Fdlb.rsl.ru%2Frsi0101000000%2Frsi01010961000%2Frsi01010961625%2Frsi01010961625.pdf> (22.10.2022).
14. Губанов С.А. Антонимический эпитет в текстах Марины Цветаевой: структура и семантика // Теория языка и межкультурная коммуникация. 2019. № 4. С. 168–176. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/ru/view/01010845156?redirect=http%3A%2F%2Fdlb.rsl.ru%2Frsi0101000000%2Frsi01010845000%2Frsi01010845156%2Frsi01010845156.pdf> (22.10.2022).
15. Плеханова И.И. Смех и ирония в современной поэзии. М.: «Флинта», 2021. 150 с.
16. Голубков С.А. Скрытые языки русской сатиры и юмористики. // Сфера культуры. 2020. № 1. С. 49–58. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/ru/view/01010549591?redirect=http%3A%2F%2Fdlb.rsl.ru%2Frsi0101000000%2Frsi01010549000%2Frsi01010549591%2Frsi01010549591.pdf> (22.10.2022).
17. Горностаева А.А. Ирония как культурный и языковой феномен // Вестник РУДН. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. 2019. № 4. С. 990–1002. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ironiya-kak-kulturnyy-i-yazykovoy-fenomen> (21.10.2022).

18. Земчихина Л.С. Ирония: к проблеме определения // Наука и школа. 2018. № 6. С. 155–161. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ironiya-k-probleme-opredeleniya> (21.10.2022).
19. Самыгина Л.В. Изучение иронии в сфере лингвистики // А-фактор: научные исследования и разработки (гуманитарные науки). 2017. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-ironii-v-sfere-lingvistiki> (21.10.2022).
20. Сардалова Л.Р., Федорович Е.В. Классификация средств репрезентации иронии в тексте // Гуманитарные и социальные науки. 2021. № 5. С. 116–120. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-sredstv-reprezentatsii-ironii-v-tekste> (21.10.2022).
21. Скибин С.М. Проблема иронии в современном литературоведении // НАУ. 2020. № 31-2. С. 38–41. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ironii-v-sovremennom-literaturovedenii-1> (21.10.2022).
22. Матяш С.А. О типологии функций стихотворных переносов (enjambemans) в русской поэзии // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 6. С. 42–48.
23. Лебедева С.В., Конева Е.А. Конвергентно-дивергентная природа паронимических отношений. // Теория языка и межкультурная коммуникация. 2019. № 2. С. 94–99. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/ru/view/01010845143?redirect=http%3A%2F%2Fdlib.rsl.ru%2Frsi0101000000%2Frsi01010845000%2Frsi01010845143%2Frsi01010845143.pdf> (22.10.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors

Иванова Екатерина Васильевна,

студент,
Факультет теоретической и прикладной филологии,
Институт филологии, иностранных языков и
медиакommunikации,
Иркутский государственный университет,
664025, г. Иркутск, ул. Ленина, 8,
Российская Федерация
ivkatvas@yandex.ru

Ekaterina V. Ivanova,

Student,
Faculty of Theoretical and Practical Philology,
Institute of Philology, Foreign Languages and Media
Communication,
Irkutsk State University,
8 Lenin St., Irkutsk 664025,
Russian Federation
ivkatvas@yandex.ru

Брюханова Юлия Михайловна,

к.ф.н., доцент,
заведующий кафедрой новейшей русской
литературы,
Институт филологии, иностранных языков и
медиакommunikации,
Иркутский государственный университет,
664025, г. Иркутск, ул. Ленина, 8,
Российская Федерация
okt28@yandex.ru

Yulia M. Bryukhanova,

Cand. Sci. (Philology),
Head of Modern Russian Literature Department,
Institute of Philology, Foreign Languages and Media
Communication,
Irkutsk State University,
8 Lenin St., Irkutsk 664025,
Russian Federation
okt28@yandex.ru

Системно-структурный и когнитивный аспекты изучения категорий в лингвистике

© Е.В. Карпец, Н.А. Петрова

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

Аннотация. В статье рассматриваются два аспекта изучения категорий в лингвистике: системно-структурный и когнитивный. Авторы показывают, что языковая категоризация может изучаться с помощью системно-структурного подхода, где объектом исследования являются единицы системы, которые группируются в языковые категории (лексико-семантические группы, семантические поля и т. д.) на основании каких-либо общих признаков. Такое понимание структуры основывается на вариантно-инвариантном принципе. Также языковая категоризация может рассматриваться с точки зрения когнитивного подхода. Целью такого подхода является изучение мыслительных операций, которые влияют на формирование и функционирование категорий, отраженных в языке. В данном аспекте применяются такие методы когнитивного и семантического моделирования, как фреймовый анализ, концептуально-таксономический анализ и др. Изучение категорий в русле антропоцентрической парадигмы позволяет использовать язык как средство доступа к внеязыковым явлениям, например, психологическим и социальным факторам, повлиявшим на образование категорий. Данное направление в настоящее время является актуальным, поэтому когнитивная лингвистика продолжает поиск новых методов и приемов изучения категорий. При разработке новых методов и приемов ученые опираются как на достижения теории категоризации, так и на достижения лингвистики в рамках системно-структурного подхода, где подробному описанию подверглась внутренняя система языка со всеми ее связями и элементами.

Ключевые слова: категории мышления, языковые категории, системно-структурная парадигма, антропоцентрическая парадигма, лингвистика

System-Structural and Cognitive Aspects of the Study of Categories in Linguistics

© Ekaterina V. Karpets, Natalia A. Petrova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses two aspects of the study of categories in linguistics: system-structural and cognitive. The authors show that language categorization can be studied using a system-structural approach, where the object of research is the units of the system that are grouped into language categories (lexico-semantic groups, semantic fields, etc.) based on any common features. This understanding of the structure is based on the variant-invariant principle. Also, language categorization can be considered from the point of view of a cognitive approach. The purpose of this approach is to study the mental operations that affect the formation and functioning of categories reflected in the language. In this aspect, such methods of cognitive and semantic modeling as frame analysis, conceptual and taxonomic analysis, etc. are used. The study of categories in line with the anthropocentric paradigm allows using language as a means of access to non-linguistic phenomena, for example, psychological and social factors that influenced the formation of categories. This direction is currently relevant, so cognitive linguistics continues to search for new methods and techniques for studying categories. When developing new methods and techniques, scientists rely both on the achievements of the theory of categorization and on the achievements of linguistics within the framework of a system-structural approach, where the internal system of language with all its connections and elements was subjected to a detailed description.

Keywords: categories of thought, language categories, system-structural paradigm, anthropocentric paradigm, linguistics

Системно-структурный аспект изучения категорий в лингвистике

Языковые категории – это классы языковых единиц, в которые группируются единицы

системы. Эти категории выступают как фундаментальный способ существования элементов в системе языка и их представления в лингвистическом описании¹.

¹ Большая советская энциклопедия: [в 30 т.]. М.: Советская энциклопедия. 1969-1978.

Языковые категории выделяются на основании какого-либо общего признака, например, ПАДЕЖ – категория, выражающая отношение имени к другим словами в составе предложения или словосочетания, ВИД – категория, выражающая отношение протекания действия к его пределу, ВРЕМЯ – категория, выражающая отношение времени действия глагола к моменту речи. Категоризирующий признак может быть собственно семантическим, синтаксическим и т. д., а также общекатегориальным². Последний опирается на принадлежность категории к части речи (для онтологической характеристики «хозяина» категории) и способы ее выражения в языке (для характеристики «выразителя» категории). Например, грамматическая категория ВИД принадлежит глаголам, выражается при помощи системы флексий, а в прошедшем времени при помощи аффиксации.

Языкознание изучает фонологические, словообразовательные, лексические, семантические, грамматические, синтаксические и другие категории. Традиционно они рассматриваются в инвариантно-вариантном аспекте: выделяется инвариант – абстрактная единица языка, обладающая всеми существенными признаками класса, и варианты – конкретные реализации этой единицы. Родоначальником такого подхода признают И.А. Бодуэна де Куртенэ, который ввел понятие *фонемы* (инварианта) и *звуков* (ее вариантов) [1].

Категории языка обычно представляют в виде парадигмы – класса элементов, которые противопоставлены друг другу по какому-либо одному признаку. Совокупности противопоставленных единиц складываются из однородных элементов, например, из фонем, морфем, лексем определенного языка [2]. При этом ученые делают акцент на изучении категорий лексического и грамматического ярусов языка, так как они отличаются большим количеством языковых средств и отражают высокий уровень обобщения предметов действительности.

Максимальное внимание лингвисты долгое время уделяли грамматическим категориям, поэтому именно они в настоящее время

являются наиболее изученными. Им посвящали работы со времен появления первых национальных грамматик и продолжают до сих пор. В отечественном языкознании стоит отметить «Граматику русского языка» и ее авторов – Н.Д. Арутюнову, А.В. Бондарко, И.С. Улуханову и др.³. Именно в этой работе, как представляется, наиболее полно и подробно описаны грамматические категории современного русского языка. Кроме того, значительный вклад в исследование данных категорий внесли и отдельные русисты: А.Х. Востоков, Л.В. Щерба, А.А. Потебня, Г.О. Винокур, В.В. Виноградов, В.В. Лопатин, А.А. Шахматов и многие другие.

С точки зрения инвариантно-вариантного подхода большой интерес представляет работа Р.О. Якобсона об общих значениях русских падежей [3]. Ученый представил категорию падежа как систему оппозиций, которая держится на релевантных дифференциальных признаках падежного значения. Он отметил, что основные признаки (отношение, объем, периферийность, оформление) представляют собой инварианты, которые входят в структуру падежной семантики как ее компоненты. Например, компонент «отношение» входит в значение винительного и дательного падежей и указывает на несамостоятельность, объектность предмета; компонент «объем» является частью семантики родительного и местного падежей и говорит о том, что предмет рассматривается не целиком; компонент «периферийность» входит в значение творительного, дательного, местного падежей и указывает на периферийное положение предмета [3].

Лексический состав языка с точки зрения выделения категорий изучен в меньшей степени. Лексика включает в себя большое количество разнородных элементов, отличается сложностью организации, подвижностью границ, поэтому ее системность долгое время ставилась под сомнение. О системности лексики впервые заговорили в начале XX в. М.М. Покровский, Л.В. Щерба, В.В. Виноградов. Их идеи получили развитие в конце XX в. в работах Д.Н. Шмелева, Э.В. Кузнецовой,

² Лингвистический энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия, 2002. 709 с.

³ Русская грамматика / под ред. Н.Ю. Шведовой и В.В. Лопатина. М.: Русский язык, 1990. 639 с.

В.М. Солнцева и др. Подобные исследования ставили своей целью описание лексических единиц и типов связей между ними, во многом способствовали активному развитию лексикографии.

Одним из видов системной организации лексики признается объединение слов в лексико-семантические группы. Основой для объединения в такие группы является наличие общей (интегральной) семы в структуре значения слов, а основой противопоставления – дифференциальные семы, уточняющие эти значения. Таким образом, лексико-семантическая группа объединяет слова, связанные по лексическим, т. е. собственно языковым значениям. Например, в лексико-семантическую группу ПЕРЕДВИГАТЬСЯ входят слова *бежать* ('быстро передвигаться по земле ногами'), *мчаться* ('очень быстро передвигаться'), *плыть* ('передвигаться по воде руками и ногами'), *ползти* ('передвигаться по земле телом') и др. [4]. Классификацию слов по лексико-семантическим группам можно считать построенной по инвариантно-вариантному принципу, т. к. слово с наиболее общим значением представляет инвариант, а слова с более частными значениями – варианты.

Таким образом, с одной стороны, языковая категоризация может изучаться в лингвистическом аспекте, где предметом исследования выступают собственно языковые категории, в которые группируются единицы системы. Рассмотрение категорий в этом плане традиционно осуществляется в рамках системно-структурного подхода, а описание их структуры опирается на вариантно-инвариантный принцип. С другой стороны, языковая категоризация может рассматриваться и в когнитивном аспекте, т. е. с целью изучения мыслительных операций, повлиявших на возникновение и функционирование категорий.

Когнитивный аспект изучения категорий в лингвистике

Когнитивная наука – это достаточно молодое течение и, как считают некоторые исследователи, она до сих пор не сложилась в це-

лостное направление. Она остается определенным движением, изучающим соотношения между языком, мышлением, физиологией и психологией, социальным и культурным опытом человека⁴. В связи с этим в когнитивной лингвистике, как и в других ответвлениях когнитивной науки, широко применяются общенаучные методы: эксперимент, описание, анализ, синтез, классификация, аналогия, моделирование и др.

При этом лингвисты выделяют некоторые общие методологические принципы, на которые должны опираться когнитивные исследования языка. К ним относятся:

- принцип антропоцентризма, предполагающий рассмотрение языка как средства доступа к сознанию человека;
- междисциплинарный характер исследования, предусматривающий привлечение данных смежных наук, объект которых так или иначе связан с мышлением;
- понимание языка как когнитивной способности, рассматриваемой наряду с другими человеческими способностями;
- многоуровневость значений языковых единиц, т. е. признание факта, что семантику элементов языка можно понять лишь в контексте других когнитивных структур;
- уровневый характер процессов языковой категоризации и концептуализации, предполагающий наличие разных форматов знания, представленных в языке [5].

Эти принципы реализуются в конкретных подходах и приемах анализа языкового материала.

Самыми известными частнонаучными методами когнитивной лингвистики можно назвать методы концептуального, фреймового анализа, прототипического анализа, концептуального или когнитивного моделирования [6]. В зависимости от выбранной теории и объекта исследования разрабатываются более частные методы. Необходимо отметить, что лингвисты долгое время фокусировались на изучении процессов концептуализации, и многие методы, которыми располагает современная когнитивная лингвистика, подходят

⁴ Дзюба Е.В. Когнитивная лингвистика: учебное пособие для высших учебных заведений. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т., 2018. 280 с.

для изучения именно концептов, а не категорий.

Увеличение интереса к понятию *категория* в когнитивной лингвистике повлекло за собой необходимость решения новых вопросов: образование и эволюция категорий, их структура и организация, типологическое изучение категорий [7]. В связи с небольшим количеством работ по категоризации, вопрос о методике изучения категорий в рамках когнитивной лингвистики стоит особенно остро. Однако в новейших отечественных исследованиях все чаще предлагаются оригинальные приемы и подходы. Так, О.О. Борискина и А.А. Кретов с помощью метода выявления криптоклассных систем представили модель категоризации первостихий в англоязычном и русском языковом сознании [8]. Е.В. Дзюба путем ассоциативного эксперимента выявила специфику научной и наивной категоризацию ягод [9]. А.В. Григорьев сквозь призму субъективной репрезентации описал особенности отражения языковых категорий в сознании носителей английского и русского языков [10]. Б.Л. Иомдин, опираясь на результаты социолингвистического анкетирования, создал онтологическую классификацию бытовой предметной лексики [11].

В своих лингвистических работах такие ученые как Болдырев Н.Н., Абишева К.М., Дзюба Е.В. занимаются актуальными проблемами методологии изучения категорий.

Н.Н. Болдырев предлагает межуровневый подход при изучении лингвокогнитивных категорий, аргументируя это тем, что многомерная структура языка эксплицирует сложную структуру межконцептуальных связей в сознании человека. В связи с этим он выделяет три основных формата знания, каждый из которых соотносится с одним из типов языковых единиц [13]. Рассмотрим подробнее частые методы, которые ученый предлагает для каждого из таких форматов:

1) Для вербализованного знания об объектах окружающего мира, отраженного в лексике языка, Н.Н. Болдырев предлагает опираться на вариантно-инвариантный подход. Этот подход подразумевает выделение инварианта категории, т. е. слова с наиболее общим значением, выступающим как абстракт-

ное представление о категории, как ее название и как ее идентификатор. По мнению ученого, большинство лексических категорий устроено именно по инвариантному принципу. Иллюстрацией такого устройства является категория ПТИЦА, где слово *птица* является названием категории, ее центральным элементом и служит для идентификации среди слов с более конкретным значением, например, *воробей, аист, малиновка*.

Кроме того, исследователь обращает внимание на эффективность применения концептуально-таксономического анализа. Эта совокупность приемов по моделированию лексической подсистемы позволяет выявить некоторые концептуальные принципы иерархической организации предметов действительности в сознании говорящих. Например, анализ существительных – названий транспортных средств – предусматривает описание их структуры согласно иерархии передаваемых ими характеристик: *транспортное средство – автомобиль – легковой, грузовик – седан, пикап, купе, контейнеровоз, самосвал* и т. д.

2) Для формы представления знаний о мире в языке, т. е. для изучения грамматических категорий, Н.Н. Болдырев предлагает прототипический подход, а именно метод прототипической семантики. Этот метод основывается на выделении эталонных характеристик определенной категории и выявлении их роли в формировании значений языковых единиц. «Прототип языковой категории – это аналогичный образец в категории языковых объектов: глаголы физического действия в категории глагола, которые проявляют наибольшее количество глагольных свойств, или существительные конкретной семантики в категории существительного и т. д.» [12]. Именно грамматическим категориям как категориям естественных субъектов свойственна прототипическая структура в отличие от категорий лексических, для которых характерна логическая структура.

Ученый считает оправданным использование фреймового анализа, а конкретнее анализа классификационных фреймов по отношению к элементам грамматики, т. к. они содержат в себе информацию о способе моделирования ситуаций реального мира носите-

лями того или иного языка. В качестве классификационных фреймов рассматриваются «сочетаемые, словообразовательные фреймы, фреймы классов слов, коммуникативных ситуаций, текстов и их различных типов, т. е. определенные классификационные модели, отражающие принципы организации языковой системы, например, модель знаний, позволяющая относить то или иное слово к определенной части речи, или конкретный текст – к определенному жанру» [13].

3) Для способов интерпретации знаний, то есть для модусных единиц, Н.Н. Болдырев отмечает возможность применения как инвариантно-вариантного, так и прототипического подходов. Это объясняется логико-языковой природой модусных категорий, которые с одной стороны отражают онтологию человеческого сознания, а с другой стороны служат для субъективной интерпретации знаний о естественных категориях.

Эффективным для изучения модусных единиц исследователь считает метод когнитивно-матричного анализа, который предполагает сведение в виде единой когнитивной матрицы всех данных, полученных от различных когнитивных областей. Например, ученый отмечает, что топоним *церковная дорога* имеет разные когнитивные аспекты: «дорога, ведущая к церкви; дорога, которая когда-то вела к церкви; дорога, построенная на средства церкви; платная дорога, доход от которой поступает в распоряжение церкви и т. д.». В этих контекстах заложены различные аспекты знания о христианстве, и все являются компонентами матрицы ХРИСТИАНСТВО.

Нельзя не отметить следующую тенденцию в определении методики исследований: опора на принципы теории языковой категоризации. Так, К.М. Абишева выделяет:

- принцип прототипичности, сформулированный Э. Рош и предполагающий выделение в структуре естественных категорий лучших членов – прототипов;
- принцип нестрогости категоризации, осно-

ванный на идеях Л. Витгенштейна о «фамильном сходстве», демонстрирующий включение новых членов в категорию благодаря повторению части их признаков;

- принцип множественности и разнородности оснований категоризации, отражающий учет разнообразных человеческих когний;
- принцип континуальности, т. е. цельности физического тела в пространственных границах;
- принцип градуированности, реализующийся в наличии родовидовых отношений между членами категории [15].

Идеи, на которых основываются эти принципы, в той или иной степени ранее высказывались в других работах по категоризации. Задача современных ученых – выявить все закономерности структурной организации категорий, определить специфику влияния разных категориальных структур, лингвокультурной обусловленность структуры категорий, выделения разных типов категорий.

Итак, в системно-структурном аспекте категории рассматриваются как способы организации знания о языке и к ним применяются методы лингвистического моделирования (лексико-семантические группы, семантические поля и др.). В антропоцентрическом аспекте категории исследуются с точки зрения репрезентации знаний о мире и по отношению к ним используются методы когнитивного и семантического моделирования (фреймовый анализ, концептуально-таксономический анализ и др.).

Вопрос разработки методов и приемов по изучению категорий в лингвистике до сих пор остается открытым. Ученые предлагают новые подходы, предпринимают попытки перенести опыт исследования категорий в смежных областях знания на лингвистический материал, а также занимаются обобщением и систематизацией существующих приемов. Главная тенденция, которая отличает когнитивные исследования категорий – опора на принципы теории языковой категоризации.

Список источников

1. Бодуэн де Куртенэ И.А. Значение языка как предмета изучения. М.: АН СССР, 1963. Т. 2. 391 с.
2. Солнцев В.М. Язык как системно-структурное образование. М.: Наука, 1977. 340 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.booksite.ru/fulltext/solncev/text.pdf> (20.04.2023).

3. Якобсон Р. К общему учению о падеже. М.: Прогресс, 1985. С. 133–175. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.dmrz.ru/absorpac/app/webroot/index.php?url=/users/login> (20.04.2023).
4. Филин Ф.П. О лексико-семантических группах слов. Очерки по теории языкознания. М.: Наука, 1982. С. 227–239.
5. Болдырев Н.Н. Теоретические основы и методологические принципы когнитивного исследования языка // Вестник Челябинского гос. ун-та. 2013. № 24. С. 7–13.
6. Беседина Н.А. Морфологически передаваемые концепты: Монография. М.; Тамбов: ТГУ; Белгород: БелГУ. 2006. 212 с.
7. Болдырев Н.Н. Роль интерпретирующей функции в формировании языковых категорий // Вестник Тамб. ун-та. 2011. № 1. С. 9–16.
8. Борискина О.О. Теория языковой категоризации: Национальное языковое сознание сквозь призму крипто-класса. Воронеж: Воронежский гос. ун-т. 2003. С. 1–30.
9. Дзюба Е.В. Категоризация ягод в научной, лексикографической, торговой, кулинарной и бытовой картинах мира // Вестник Брян. гос. ун-та. 2015. № 2. С. 45–49.
10. Дзюба Е.В., Чудинов А.П. Типы лингвокогнитивной категоризации действительности в русской языковой картине мира // Когнитивные исследования языка. 2016. № 24. С. 238–247. [Электронный ресурс]. URL: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/5230/1/mon00036.pdf?ysclid=lhssc7dqtc328103200> (20.04.2023).
11. Иомдин Б.Л. Русская бытовая предметная лексика: онтология и описание // Информационные технологии и системы (ИТиС'10): труды 33-й конф. молодых ученых и специалистов ИППИ РАН. (г. Геленджик, 20–24 сентября 2010 г.). Геленджик, 2010. С. 293–298. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itas2010.iitp.ru/pdf/1569326461.pdf> (20.04.2023).
12. Болдырев Н.Н. Фреймовая семантика как метод когнитивного анализа языковых единиц // Проблемы современной филологии: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 1. Мичуринск: МГПИ. 2000. С. 36–45. [Электронный ресурс]. URL: <https://studylib.ru/doc/2582849/n.n.boldyrev-tambovskij-gosudarstvennyj-universitet?ysclid=lhssjzd29q976634581> (01.05.2023).
13. Абишева К.М. Категоризация и ее основные принципы // Вопросы когнитивной лингвистики. 2013. № 2. С. 21–30.

Информация об авторах / Information about the Authors

Екатерина Владимировна Карпец,
ассистент,
Департамент гуманитарных наук,
Байкальский институт БРИКС,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
irk.katerina15@mail.ru

Ekaterina V. Karpets,
Assistant,
Department of Humanities,
Baikal School of BRICS,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
irk.katerina15@mail.ru

Наталья Александровна Петрова,
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

Экономическая эффективность применения технологии эффекта Зеебека

© Д.А. Жукова, Н.Г. Уразова

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

Аннотация. В статье рассмотрено значение автомобильных дорог для экономики промышленно развитого государства, а также актуальность развития дорожной инфраструктуры за счет внедрения инновационных технологий. Основное внимание авторы акцентируют на возможности внедрения технологии Зеебека в дорожное строительство. В статье также рассмотрены основы термоэлектрических явлений на примере эффекта Зеебека. Дана краткая историческая информация о появлении эффекта Зеебека, изучены основные термины и понятия, которые используются в изучении термоэлектрических явлений. Проведен анализ устройства и принцип действия термоэлектрического преобразователя. Авторы дают обобщенную характеристику существующих инновационных методов, используемых при дорожном строительстве в мире и представляют вниманию читателя принцип внедрения технологии, основанной на эффекте Зеебека в дорожную индустрию, дают обобщенную характеристику о затратах на установку и применении данной технологии, а также рассматривают возможность появления экономического эффекта. Авторы приходят к заключению о том, что применение обогрева дорожного покрытия является актуальным решением проблем с образованием гололеда в зимний период времени с использованием антигололедных реагентов. Также применение технологии эффекта Зеебека в дорожной индустрии может иметь экспоненциальный рост в будущем.

Ключевые слова: эффект Зеебека, обогрев дорожного полотна, дорожное строительство, теплообменник, термоэлектричество

Cost-Effectiveness of Seebeck Effect Technology Application

© Daria A. Zhukova, Nina G. Urazova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article considers the importance of highways in the economy of an industrially developed state, as well as the relevance of the development of road infrastructure through the introduction of innovative technologies. It focuses on the possibility of introducing the Seebeck phenomenon technology into road construction. The article also discusses the basics of thermoelectric phenomena using the Seebeck effect as an example, gives brief historical information about the appearance of the Seebeck effect, studies the basic terms and concepts that are used in the study of thermoelectric phenomena, and analyzes the device and the principle of operation of a thermoelectric converter. The article gives a generalized description of the existing innovative methods used in road construction in the world and presents the reader with the principle of introducing technology based on the Seebeck effect into the road industry, gives a generalized description of the installation costs and application of this technology, and also considers the possibility of an economic effect. The article concludes that the use of pavement heating is an actual solution to problems with the formation of ice in the winter with the use of anti-icing agents. Seebeck effect technologies in the road industry may have exponential growth in the future.

Keywords: Seebeck effect, roadbed heating, road construction, heat exchanger, thermoelectricity

Развитая дорожная инфраструктура является одним из важнейших приоритетов обеспечения экономического роста и повышения конкурентоспособности любой промышленно развитой страны. Дорожная отрасль занимает особое место в народном хозяйстве страны. Ее историческая, экономическая, социальная и политическая роль огромна. Именно она обеспечивает экономическую целостность

государства, позволяя связывать все регионы страны в единое целое.

Автомобильные дороги играют немаловажную роль в процессах глобальной трансформации мировой экономики. Дороги и технологические инновации, дополняя друг друга, позволяют людям, находящимся в самых разных регионах, обмениваться товарами, идеями и знаниями посредством физи-

ческих и виртуальных взаимодействий. Без эффективного транспортного сообщения посредством автомобильных дорог потенциал электронной торговли был бы значительно уменьшен. Обусловлено это тем, что поставка товаров «точно в срок» в одинаковой степени зависит как от своевременной передачи информации, так и от оперативной транспортировки ресурсов и продукции [1].

Осознавая значимость автомобильных дорог в экономике, актуальным является вопрос о том, с помощью каких инструментов страны могут влиять на их развитие и какие именно инструменты обеспечат больший экономический эффект. В качестве основных инструментов, влияющих на развитие автомобильных дорог, может выступать внедрение инновационных технологий.

Дорожно-строительная отрасль активно внедряет инновационные технологии в свою практику. Еще в 2013 г. было реализовано 183 проекта на 816 участках, а к 2018 г. было применено уже более 240 инновационных решений, которые охватили 686 участков. В основном речь идет о применении таких новых материалов, как дренарующий асфальтобетон, пористо-мастичные и цветные асфальтобетонные смеси, модифицированный битум, полимерные композиты и т. д. [2].

Таблица 1. Инновационные технологии в дорожно-строительной отрасли

Проблема развития отрасли	Инновационное решение
ранний износ дорожного покрытия	механическая стабилизация с использованием геосинтетических материалов
низкая коррозионная стойкость дорожных сооружений	использование полимерных композитов
большой вес дорожных сооружений	использование полимерных композитов
низкая скорость принятия управленческих решений	внедрение организационных инноваций (BIM технологии)
ущерб окружающей среде	использование самовосстанавливающегося (эластичного) бетона

Из табл. 1 видно, что основными проблемами в дорожной индустрии являются ранний износ дорожного покрытия, низкая коррозионная стойкость и большой вес дорожных сооружений. На сегодняшний день в дорожном

строительстве все интенсивнее применяют технологии стабилизации грунтов с использованием геосинтетических материалов. Использование таких материалов в ремонте дорог позволяет усилить несущую способность и снизить затраты, т. к. исходные материалы можно использовать повторно.

Использование полимерных композитов позволяет увеличить коррозионную стойкость и снизить вес дорожных сооружений. Полимерные композиты легче стальных аналогов примерно в 5 раз, а бетонных – в 20. Самыми распространенными объектами, на которых применялись полимерные композиты, являются водоотводы, перильные ограждения, армирование насыпей, создание цоколей и опор освещения.

Таким образом, инновации рассматриваются как основной источник долгосрочного экономического развития, основа конкурентоспособности страны и источник решения социальных проблем, включая обеспечение растущего человечества необходимыми ресурсами, улучшение здоровья и защиту окружающей среды. В развитых странах до 90 % роста ВВП определяется инновациями и технологическим прогрессом. Экономический рост зависит от уровня инновационной активности в экономике, положения на мировом рынке наукоемкой продукции [3].

В настоящее время развитие экономики, в том числе и инновационной, тесно связано с процессом глобализации. Конкуренция на международных рынках, либерализация торговых и финансовых рынков, развитие инфраструктуры и научно-технический прогресс заставляют компании создавать инновационные продукты и внедрять новые технологии для привлечения и удержания клиентов.

Разработка и внедрение инновационных технологий – это основа экономического роста страны. Это могут быть новые методы организации бизнеса или маркетинговой деятельности, модернизация производственного процесса или усовершенствование самой продукции. Практика показывает, что в развитии конкурентоспособности компаний и государств в целом значительную роль играют инновации, обеспечивая дополнительные стратегические преимущества. Поэтому главной задачей является выбор приоритетных

направлений инновационной деятельности.

На фоне развития масштабов производства и роста человеческих потребностей возникает проблема ограниченности природных ресурсов, которые необходимы для удовлетворения запросов цивилизации. Анализируя столь динамичный на сегодняшний день рост потребления электрической энергии, можно говорить о том, что значительное энергопотребление, появившееся в последние десятилетия, ожидается и в ближайшем будущем, и в связи с этим особый интерес вызывает возможность использования альтернативных источников энергии в дорожной инфраструктуре.

Альтернативными источниками энергии являются возобновляемые энергетические ресурсы, которые получают за счет использования гидроэнергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии, энергии биомассы и энергии приливов и отливов.

Использование солнечной энергии за счет фотоэлектрических модулей позволяет преобразовывать солнечный свет в электрическую энергию. Солнечные коллекторы вырабатывают тепло для отопления и производства горячей воды, а также для кондиционирования воздуха.

Ветроэнергетика является одной из самых быстроразвивающихся технологий возобновляемой энергетики. Современные ветрогенераторы вырабатывают электроэнергию за счет кинетической энергии ветра, превращая ее в механическую энергию ротора, а затем в электрическую.

Биоэнергетика является универсальной. Электричество, тепло и топливо можно производить из твердой, жидкой и газообразной биомассы. При этом в качестве возобновляемого сырья используют отходы растительного и животного происхождения.

Одним из главных преимуществ использования альтернативных источников энергии является экологичность, а также экономия, поскольку полученная с их помощью энергия имеет низкую себестоимость. Также развитие альтернативной энергетики является одним из основных направлений повышения энергетической эффективности экономики [4].

Одним из инновационных и перспективных

направлений развития альтернативных источников электроэнергии является производство термоэлектрических преобразователей, которые основаны на явлении Зеебека. Данный эффект основан на получении электроэнергии в условиях перепада температур.

Принцип использования эффекта Зеебека для обогрева дорожного полотна, который рассматривается в данной работе, позволит снизить потребление энергетических ресурсов, а также даст возможность на их восполнение.

Термоэлектрические явления – это совокупность физических величин, которые связаны с переносом электрического тока и тепла в металлах и полупроводниках. Термоэлектрические явления – явления прямого преобразования теплоты в электричество в жидких и твердых проводниках; они являются обратными явлениями прямого нагрева и охлаждения спай двух проводников проходящим током. К термоэлектрическим явлениям относят эффект Зеебека, эффект Пельтье и эффект Томсона.

Итальянский физик Алессандро Вольта в 1799 г. проводил исследования в области электричества и обнаружил, что при контакте двух твердых материалов в области контактов появляется разность потенциалов (контактная разность). Это означает, что участок соприкосновения разнородных материалов обладает электродвижущей силой, которая способна привести к появлению тока в замкнутой цепи. ЭДС появляется, потому что разные материалы обладают разным уровнем Ферми (энергия валентных состояний электронов).

Немецких физик Томас Зеебек проводил эксперименты уже в 1821 г. Он соединил два разнородных материала – висмут и медь, а рядом с ними расположил магнитную стрелку. В таком случае ничего не произошло. Но стоило ученому поднести пламя горелки к одному из контактов двух материалов, как магнитная стрелка начала поворачиваться. Изначально ученый решил, что данный эффект является термомагнитным, поскольку считал, что разные материалы поляризуются по-разному в результате действия тепла. И уже позже датский ученый Ханс Эрстед дал правильное объяснение открытому Зеебеком эффекту, назвав его термоэлектрическим процессом [5].

Явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре, который состоит из двух разнородных материалов, контакты которого поддерживаются при разной температуре, называется эффектом Зеебека. Это явление основывается на создании термопары, состоящей из двух разных материалов. При нагревании одного конца полупроводника в нем появляется электрический потенциал. Поскольку материалы различные, вследствие этого возникает напряжение между нагретым и не нагретым проводником. Такое напряжение прямо пропорционально разности их температурных значений [6].

Возникающая электродвижущая сила зависит от материалов проводников и от их температурных параметров. Температурный градиент в проводнике позволяет наблюдать явление по всей длине, при котором на нагретом конце электроны имеют большие скорости и энергии, чем на другом конце. Появляющиеся электроны направляются к холодному концу, где скапливается минусовой заряд. Накопление заряда наблюдается до того, как отличие потенциалов не достигнет показателя, при котором электроны не начнут течь обратно.

На сегодняшний день применение технологии, основанной на эффекте Зеебека, достаточно популярно. Устройства, которые работают за счет явления Зеебека, могут использоваться в различных термоэлектрических датчиках, в устройствах для перекачки газа или нефти, в отопительных устройствах, космических зондах, системах морской навигации, преобразователях солнечной энергии. Тем не менее, самым известным направлением использования явления Зеебека являются инструменты для измерения температуры, называемые термопарами [7].

Термоэлектрический преобразователь (термопара) – это устройство, которое состоит из двух проводников разнородных материалов, которые соединены на одном конце. Такие устройства применяются в различных научных исследованиях и системах автоматики.

Инновационным решением применения термопар является внедрение технологии эффекта Зеебека при строительстве дорог. Применение данной технологии позволит избавиться от обледенения дорожного полотна в

зимний период времени, а также снизить использование антигололедных реагентов.

На сегодняшний день, как показывает мировая практика, существует несколько способов обогрева дорожного полотна. Например, можно использовать электрический обогрев и паровой. Подогрев при помощи теплой воды предусматривает установку керосиновых бойлеров для нагрева циркулирующей незамерзающей жидкости и насос для ее циркуляции [8].

Например, во Франции используется метод обогрева дорожного покрытия за счет централизованного водоснабжения. Такая система подключена к централизованному водоснабжению. Французская компания «Eurovia» проводила эксперименты с участком длиной 120 м. Компания заявляет, что постройка такого участка стоит примерно 250 тыс. евро (23 млн руб.). Применение данного метода является очень дорогостоящим и сложным в монтаже. Однако в долгосрочной перспективе такие затраты могут окупиться.

Также существует способ обогрева дорожного покрытия за счет инфракрасных панелей. Экранизированный низкотемпературный нагревательный элемент, который установлен под дорожное покрытие является теплообменником. Стоимость применения такого метода на 1 м² достаточно высока и представлена в табл. 2. Очевидно, что применение такой технологии обогрева дорожного покрытия является малонадежным и дорогостоящим.

Финляндия широко применяет метод обогрева дорожного покрытия за счет электрического кабеля. Нагревательные кабели, проложенные под асфальтом, либо другим дорожным покрытием, являются теплообменником. Применение такой технологии требует питания от городской электросети. В связи с динамичным ростом потребления электрической энергии в мире применение такой технологии в будущем может быть дорогостоящим [9].

Применение технологии явления Зеебека в дорожном строительстве основано на преобразовании тепловой энергии в электрическую. Толстоплочные нагревательные элементы, которые установлены под дорожное покрытие, являются теплообменниками. Нагревательный элемент будет питаться не от городской сети, а от термоэлектрической батареи, которая будет вырабатывать элект-

трический ток за счет перепада температур между горячей (в толще грунта) и холодной (на поверхности дорожного полотна) сторонами дорожного покрытия. Данная технология основана на прямом преобразовании тепловой энергии в электрическую на основе эффекта Зеебека. Примерная стоимость затрат на установку данной системы на 1 м² с учетом затрат на оплату труда составляет 3500 руб/м².

Таблица 2. Стоимость различных технологий обогрева дорожного полотна

Применяемая технология обогрева дорожного полотна	Стоимость на м ² , руб.
Метод обогрева дорожного покрытия за счет централизованного водоснабжения	12 500
Метод обогрева дорожного покрытия за счет электрического кабеля	зависит от стоимости электроэнергии
Метод обогрева дорожного покрытия за счет технологии Зеебека	3500

Применение технологии явления Зеебека в дорожном строительстве имеет ряд преимуществ и недостатков. Существенным преимуществом применения такой технологии является экономия при эксплуатации дорожного полотна. Благодаря отапливаемым таким образом дорожным покрытиям можно значительно сократить использование противогололедных реагентов. Например, за зиму в г. Иркутске обрабатывают примерно 800 км дорог. Исходя из средней стоимости антигололедного реагента 1500 руб. за 10 кг, примерные затраты на покупку реагентов составляют 50 000 000 рублей на 800 км дорог или 6,25 руб. на 1 м². Также применение данной технологии позволит сократить затраты на ремонты автомобилей, поскольку использование реагентов пагубно влияет на металлические и лакокрасочные поверхности автомобилей.

Одним из немаловажных достоинств применения технологии эффекта Зеебека в дорожном строительстве является независимость этой системы от городских электросетей. Благодаря тому, что данная технология основана на преобразовании тепловой энергии в электрическую, есть возможность автономной работы системы обогрева.

Кроме того, отапливаемое дорожное полотно позволит уменьшить затраты на уборку

снега и ежегодный ремонт дорожного покрытия. При этом применение технологии явления Зеебека в дорожной отрасли не сокращает количество рабочих мест, а помогает и облегчает работу сотрудников дорожных компаний.

Также внедрение технологии позволит обеспечить безопасность пешеходов на дорогах в зимнее время года, что может повлечь снижение затрат эксплуатирующих автодорогу компаний на компенсационные судебные выплаты.

Преимущество инновационной технологии также заключается в том, что для нее характерен комплексный мультипликативный эффект, который оказывает сильное экономическое влияние.

Однако на сегодняшний день применение данной технологии является дорогостоящей за счет исходных материалов, необходимых для ее внедрения в дорожное строительство, а также имеет риски, присущие внедрению инновационного проекта.

Сравнительный анализ стоимости строительства дороги предполагает учет многообразия факторов, которые влияют на конечную стоимость внедрения технологии. К основным факторам, влияющим на ценообразование дорожного строительства, относятся: природно-климатические условия, инженерно-геологические условия, расчетные нагрузки, объем земляных работ, себестоимость дорожно-строительных материалов, расходы на их транспортировку.

Определяющим фактором в стоимости дорожного строительства является необходимость преодоления таких природных условий, как подвижные грунты, перепады высот, подземные воды, осадки и др.

Важное влияние на стоимость строительства и внедрения технологии также влияют грунтовые условия, а также затраты на подготовительные работы, включающие в себя процессы выкупа участков земли на территории строительства, подготовка территории, обустройство инженерных коммуникаций. Стоимость подготовительных работ занимает значительный удельный вес от 5 до 55 % в общей сметной стоимости строительства дорог [10].

Оценку экономической эффективности явления Зеебека в дорожном строительстве

следует проводить параллельно несколькими методами с использованием макроэкономического и микроэкономического подходов. Микроэкономический подход предполагает учет эффектов от реализации проекта с дальнейшим анализом развития региона, в котором будет происходить строительство. Макроэкономический подход предполагает использование моделей, описывающих взаимодействие дорожной отрасли с экономическими показателями.

Таким образом, анализируя вышеизложенное, можно сделать следующий вывод: внедрение технологии обогрева дорожного полотна с применением эффекта Зеебека в дорожное строительство позволит существенно снизить эксплуатационные затраты

при осуществлении строительных проектов. Отметим, что в ситуации растущего потребления электрической энергии применение данной технологии является очень выгодной альтернативой в развитии энергетики.

Внедрение явления Зеебека в дорожную отрасль позволит открыть новые перспективы экономически эффективных технологий. Производство термоэлектрических преобразователей источников энергии на основе явления Зеебека в дорожном строительстве сократит использование реагентов, снизит затраты на ремонты автомобилей и облегчит работу сотрудников дорожных компаний.

В будущем применение рассмотренного инновационного решения может иметь экспоненциальный рост.

Список источников

1. Балджи Н.А. Роль автомобильных дорог в экономическом развитии страны // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10. № 8. С. 85–91. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-economy-2020-8/8-baldzhi.pdf> (02.04.2023).
2. Казаченко С.А. Инновационные технологии в дорожном строительстве // Журнал «Автосила». 2020. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://autosila24.ru/dorozhnoe-hozyajstvo/tehnologii/81839-innovatsionnye-tehnologii-v-dorozhnom-stroitelstve/> (05.04.2023).
3. Кузнецова Н.П., Зуев В.А. Формирование инновационного типа роста в энергоориентированной экономике. 2005. № 4. С. 120–121. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-innovatsionnogo-tipa-rosta-v-energoorientirovannoy-ekonomike-1/viewer> (06.04.2023).
4. Вафина Ю.А. Энергосбережение за счет использования альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов: Россия и мировой опыт. 2012. Т. 15. № 9. С. 265–272. [Электронный ресурс]. URL: <https://masters.donntu.ru/2017/feht/solokhin/library/art4.pdf> (11.04.2023).
5. Шостаковский П. Термоэлектрические источники альтернативного питания // Компоненты и технологии. 2010. № 10. С. 131–138. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/termoelektricheskie-istochniki-alternativnogo-elektropitaniya/viewer> (15.04.2023).
6. Романов Н.А., Романовский И.В. Эффект Зеебека и Пельтье // Актуальные проблемы энергетики – 2022: сб. науч.-техн. конф. Минск, 2022. С. 223–226. [Электронный ресурс]. URL: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/125983/223-226.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (15.04.2023).
7. Крицкий О.В., Крицкая А.Р., Силаева Н.А. Физические основы термоэлектрических явлений и их использование в промышленности // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 12–1. С. 13–16. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskie-osnovy-termoelektricheskikh-yavleniy-i-ih-ispolzovanie-v-promyshlennosti/viewer> (16.04.2023).
8. Пономаренко М.А., Бейсенова Х.З. Идея обогрева дорожного полотна // Наука и техника Казахстана. 2014. №3–4. С. 53–56. [Электронный ресурс]. URL: [file:///C:/Users/dahaj/Downloads/ideya-obogreva-dorozhnogo-polotna%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dahaj/Downloads/ideya-obogreva-dorozhnogo-polotna%20(1).pdf) (18.04.2023).
9. Володченко В.С., Ланцова Д.С., Метельницкая Т.А., Бышок К.А., Романов Э.В., Кадуков К.А. Обогреваемые дороги и тротуары // Вопросы науки и образования. 2018. № 26. С. 91–92. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obogrevaemye-dorogi-i-trotuary/viewer> (20.04.2023).
10. Бронникова М.И., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Экономически эффективные технологии повышения эффективности дорожного строительства // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2019. № 2. С. 145–149. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheski-effektivnye-tehnologii-povysheniya-effektivnosti-dorozhnogo-stroitelstva/viewer> (25.04.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Жукова Дарья Александровна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
zhukova008@mail.ru

Daria A. Zhukova,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
zhukova008@mail.ru

Уразова Нина Геннадьевна,
к.э.н., доцент кафедры автоматизации и управления,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
urazova_nina@mail.ru

Nina G. Urazova
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Automation and Control
Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
urazova_nina@mail.ru

Особенности управления персоналом в топливно-энергетическом комплексе

© В.А. Лапа, М.В. Бережных

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

Аннотация. Сегодня ускоренная модернизация экономической сферы производства является решающим фактором научно-технической и макроэкономической конкурентоспособности России на мировом рынке. Поэтому крупные российские компании не смогут повысить ее без квалифицированных кадров. В нынешних условиях различных геополитических изменений и феномена мультикультурализма, вызванного цифровизацией и глобализацией, риски и угрозы безопасности персонала возрастают [13]. Устойчивое функционирование предприятия топливно-энергетического комплекса является необходимым условием энергетической безопасности, его экономического и промышленного процветания и потенциала. Внедрение технологий и обеспечение кадров необходимыми знаниями являются одними из актуальных вопросов для компаний топливно-энергетического комплекса. Следует отметить, что проблема обеспечения персоналом в нем обусловлена не только количественной, но и качественной составляющей. Следствием дефицита квалифицированных кадров в топливно-энергетическом комплексе является изменение возрастного состава: если раньше работодатели искали специалистов до 40 лет, то сейчас специалист считается кандидатом до 50 лет включительно. В настоящее время необходимо учитывать, что для энергетической безопасности страны важным является кадровое обеспечение нефтегазодобывающих и электроэнергетических предприятий. Его формирование предполагает не только развитие, но и наличие определенного потенциала, являющегося гарантией стабильности и устойчивости темпов развития предприятий топливно-энергетического комплекса с каждым изменением поколения менеджеров. Это позволяет формировать кадровое обеспечение организаций ТЭК в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс, персонал, человеческие ресурсы

Features of Personnel Management in the Fuel and Energy Complex

Valentin A. Lapa, Maria V. Bereznykh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Today, the accelerated modernization of the economic sphere of production is a decisive factor in the scientific, technical and macroeconomic competitiveness of Russia in the world market. Therefore, large Russian companies will not be able to increase it without qualified personnel. In the current conditions of various geopolitical changes and the phenomenon of multiculturalism caused by digitalization and globalization, the risks and threats to the safety of personnel are increasing [13]. Sustainable functioning of the enterprise of the fuel and energy complex is a necessary condition for energy security, its economic and industrial prosperity and potential. The introduction of technologies and the provision of personnel with the necessary knowledge are among the topical issues for companies in the fuel and energy complex. It should be noted that the problem of staffing in it is due not only to the quantitative, but also to the qualitative component. A consequence of the shortage of qualified personnel in the fuel and energy complex is a change in the age composition: if earlier employers were looking for specialists up to 40 years old, now a specialist is considered a candidate up to 50 years old inclusive. At present, it must be taken into account that for the energy security of the country, it is important to provide staffing for oil and gas producing and electric power enterprises. Its formation presupposes not only development, but also the presence of a certain potential, which is a guarantee of stability and sustainability of the pace of development of enterprises in the fuel and energy complex with each change in the generation of managers. This makes it possible to form the staffing of fuel and energy companies in the medium and long term.

Keywords: fuel and energy complex (FEC), personnel, human resources

Введение

В настоящее время среди факторов роста производительности труда и конкурентоспособности организаций топливно-энергетического

ского комплекса (ТЭК) на первое место выходят человеческие ресурсы, представляющие собой основную ценность. В этой связи эффективное управление персоналом является

ключевой задачей в системе стратегического развития организации и приобретает особую актуальность. Обоснованность этого исследования объясняется важностью человеческих ресурсов для обеспечения конкурентоспособности на современных предприятиях. В настоящее время ситуация внешней и внутренней среды мира стремительно меняется, что способствует значительному ухудшению конкуренции. Поэтому организация должна постоянно совершенствовать систему управления персоналом. В условиях развития рыночной экономики страны особое место занимает вопрос практического применения передовых методов управления персоналом, позволяющих повысить социально-экономическую эффективность [9].

Цель исследования состоит в выявлении методических подходов в исследовании и раскрытии особенностей системы управления персоналом ТЭК.

Объект исследования – система управления персоналом ТЭК.

Предмет исследования – методологические аспекты улучшения системы управления персоналом ТЭК.

Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды известных российских ученых О.С. Артамоновой, А.Е. Белолипецкой, Е.И. Позолотиной, М.С. Романова, Е.Г. Хоровинниковой, К.К. Шалаевой.

Вопросы управления персоналом были исследованы в трудах Елены Тепавевич [14], В. Глущенко [11], М. Малаксиано [15], Егора Д. Бурды [17].

Методической базой исследования стали

труды отечественных и зарубежных специалистов в области компетентного подхода и управления персоналом в условиях цифровой трансформации. В процессе исследования автором использовались методы статистического, графического, системного анализа, экономических исследований и др. Для раскрытия содержания понятий «компетенции» и «модель компетенций» использовались методы терминологического анализа, сравнительного анализа, обобщения, классификации.

Состояние проблемы

Российская экономика характеризуется постепенным ростом той части экономики, которая отличается разнообразием производственных процессов, высоким уровнем квалификации ее работников, имеет более низкие (в стоимостном выражении) показатели производительности и высокие темпы роста занятости [16].

В ТЭК работает более 40000 предприятий, доля топлива и энергии в общем объеме производства составляет почти 20 %, а в промышленном производстве – около 45 %. Топливо-энергетический сектор обеспечивает не менее 43 % всех доходов бюджета и около 70 % всех валютных поступлений от внешней торговли. ТЭК является важной отраслью экономики страны. Значительное влияние оказывает обеспечение ТЭК высококвалифицированными кадрами. Таким образом, по данным Института демографии, численность трудоспособного населения России будет сокращаться до 2035 года [4].



Рис.1. Численность работников [2]

На региональном уровне проблема кадрового дефицита проявляется по-разному. Наиболее емкие рынки труда для отраслей ТЭК представлены десятью регионами, в которых доля работников ТЭК в общей численности работников составляет от 10 до 35 % (рис. 2).

Это области, где нехватка рабочей силы ощущается более остро, поскольку в каждой из них есть несколько отраслевых фирм, конкурирующих за рабочих.

Проблема дефицита рабочей силы в энергетике носит организационный характер. Это межотраслевая инфраструктурная ветвь, охватывающая все регионы. В то же время анализ научных публикаций показал, что единого подхода к оценке эффективности систем управления персоналом не существует. На это есть несколько причин. Во-первых, эффективность работы персонала связана с конечным результатом деятельности организации, ее экономического, организационного и социального развития. Во-вторых, существует проблема нестабильности, непредсказуемости и мобильности кадров. В-третьих, людьми как организационным ресурсом трудно управлять. В-четвертых, результаты оценки являются многомерными и их трудно вычислить.

Система управления персоналом в организациях ТЭК

В большинстве случаев оценка эффективности системы управления человеческими ресурсами считается частью общей эффективности организации в результате производ-

ственной деятельности (достижение конечного результата); как эффективность форм и методов работы с персоналом; как эффективность кадровых служб; по затратам на оплату труда. Из приведенного выше подхода мы видим, что оценку эффективности системы управления человеческими ресурсами можно проводить разными способами.

Организации с разными формами собственности и видами деятельности могут иметь разные наборы критериев. Системы управления должны быть достаточно гибкими, разнообразными и сложными, чтобы не ограничивать систему и предоставлять возможности развития [12].

Другими словами, для ее продвижения вперед не существует единого стандарта, по которому каждая организация имеет возможность оценить эффективность своей системы управления персоналом. Однако можно сказать, что система управления человеческими ресурсами должна быть эффективной, чтобы она могла достигать поставленных целей даже при изменении внешней и внутренней среды. К сожалению, сегодня большинство организаций либо не оценивают свои системы управления человеческими ресурсами, либо делают это, используя только отдельные метрики (товарооборот, уровень заработной платы и т. д.) [3].

По мнению авторов, оценку функциональной эффективности систем управления персоналом в организациях ТЭК следует рассматривать с точки зрения оценки эффективности управления всей организацией.



Рис. 2. Емкость рынка

В связи с этим предлагаем оценить эффективность систем управления персоналом в организации топливно-энергетического комплекса на трех уровнях:

- оценить эффективность процессов управления персоналом (подсистем общего и линейного управления и отдельных служб управления персоналом как организационных структурных единиц);

- оценка эффективности функциональных подсистем, в которых реализованы функции управления персоналом;

- оценка эффективности работы персонала (экономическая, организационно-управленческая, социально-психологическая).

На рис. 3 представлена оценка эффективности систем управления человеческими ресурсами в организациях ТЭК.

Такие оценки позволяют определить состояние отдельных подсистем управления человеческими ресурсами, проанализировать затраты и разработать меры по улучшению функционирования этих подсистем. Этот подход сочетает в себе оценку процессов управления персоналом, форм и методов их использования, эффективности работы персонала, направленную на достижение конечного результата всей деятельности организации. По мнению авторов, такой подход определяется характером системы управления персоналом. Понятие слова «система» (*греч.* system – целое, состоящее из частей; связь) означает единство множества взаимосвязанных и связанных элементов, образующих некое единство. Таким образом, систему управления персоналом можно интерпретировать

как систему отдельных элементов, направленной деятельности персонала. Поскольку сама система управления персоналом является одновременно элементом системы управления организации, система управления персоналом рассматривается как комплекс взаимодействующих между собой элементов, методов и процедур воздействия, которое организация оказывает на своих сотрудников [7].

Система управления человеческими ресурсами представляет собой сложную систему с множеством подсистем, вертикальных и горизонтальных связей и множеством функций. В целом система управления персоналом организаций ТЭК включает общую и линейную подсистемы управления и несколько функциональных подсистем, в которых реализуются функции управления персоналом (рис. 4) [6].

Оценка вообще предполагает наличие нормативной модели и фактической ситуации. Модель организации проведения оценки эффективности системы управления персоналом представлена на рис. 5.

Автором предложена следующая методика оценки результативности и эффективности механизма управления знаниями (табл. 1) [1].

Отдельный коэффициент можно рассматривать по отношению к плановому значению, а также к предыдущим периодам. Также можно рассчитать общий коэффициент результативности управления знаниями по формуле [1]:

$$K_{уз} = K_{пл} \cdot K_{БП} \cdot K_{кз} \cdot K_{ом} \cdot K_{пр} \cdot K_{р}.$$



Рис. 3. Оценка эффективности системы управления персоналом в организациях ТЭК [5]

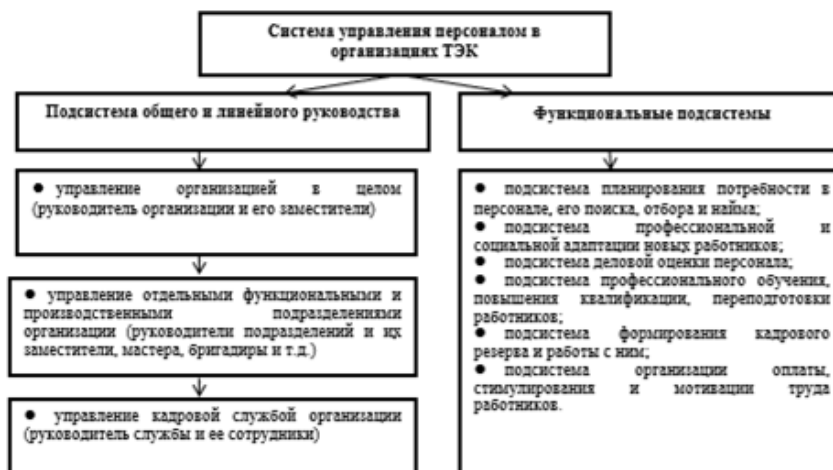


Рис. 4. Система управления персоналом в организациях ТЭК



Рис. 5. Модель организации проведения оценки эффективности системы управления персоналом

Каждый этап предлагаемого механизма управления знаниями имеет свои собственные критерии оценки. Исследование процессов управления персоналом в СМК организации проводилось на примере некоторых филиалов организаций. Управление знаниями – это глубокий и сложный процесс. Предлагаемый механизм может быть реализован для всей организации. Но внедрение – это индивидуальный процесс для каждого сотрудника.

Косвенные расходы включают вознаграждение сотрудников службы управления персоналом, расходы на аренду или содержание помещений, коммунальные услуги и т.д., следовательно, будут учтены в бюджете службы управления персоналом.

Расчет затрат на проведение социологических опросов работников может прово-

диться двумя способами в зависимости от того, проводится ли данный опрос силами службы управления персоналом (и ИТ-отдела) или привлекается сторонняя организация. В первом случае расходы связаны с начислением заработной платы работникам и входят в бюджеты на содержание соответствующих служб. Расходы на тиражирование анкеты ($Z_{\text{тираж. анкет, р.}}$) определяются по формуле [8]:

$$Z_{\text{тираж анкет}} = C_{\text{1анкетпл}} \cdot K$$

где $C_{\text{1анкеты}}$ – стоимость тиражирования одной анкеты (по данным типографии), р.; K – тираж анкеты, равный численности опрашиваемых + 10 %, ед.

Таблица 1. Методика оценки результативности и эффективности механизма управления знаниями

Этап	Оценка	Порядок расчета
Выявление потребностей и планирование ресурсов	Коэффициент плана $K_{пп} = Д / П_{отр}, \%$	Отношение запланированных действий (Д) к потребностям ($П_{отр}$) в единых величинах (часы, люди, рубли)
Анализ бизнес-процессов	Коэффициент бизнес-процессов $K_{бп} = КЗ / БП, \%$	Отношение бизнес-процессов с актуальными картами знаний (КЗ) к общему числу бизнес-процессов (БП)
Классификация знаний	Коэффициент классификации $K_{кз} = БПп / БП, \%$	Отношение процессов с портретом компетенций их владельцев (БПп) к общему числу бизнес-процессов
Создание базы обучающих материалов	Коэффициент базы $K_{ом} = ОМ / БПп, \%$	Отношение актуальных наборов обучающих материалов для портретов компетенций (ОМ) к общему числу портретов (БПп)
Создание программы управления знаниями	Коэффициент программы $K_{пр} = Ч_{пр} / Ч_{бп}, \%$	Отношение числа сотрудников с портретами компетенций, участвующих в программе управления знаниями ($Ч_{пр}$) к общему числу сотрудников с портретами компетенций ($Ч_{бп}$)
Реализация программы управления знаниями	Коэффициент реализации $K_{р} = Чз / Ч_{пр}, \%$	Отношение числа сотрудников с выполненными задачами Программы управления знаниями ($Чз$) к общему числу сотрудников с портретами компетенций ($Ч_{бп}$)

Расчет прямых затрат на подбор и наем персонала ($Z_{наем}, р.$) проводится по формуле [9]

$$Z_{наем} = Z_{объяв} + Z_{рекламы\ агент} + Z_{обзоры} + Z_{мол\ спец} + Z_{реферер}$$

где $Z_{объяв}$ – затраты на размещение рекламных объявлений в СМИ, на рабочих сайтах, р.; $Z_{рекламы\ агент}$ – затраты на оплату услуг кадровых и рекрутинговых агентств, р.; $Z_{обзоры}$ – затраты на оплату доступа к обзорам рынка труда, проведение обзоров под заказ, р.; $Z_{мол.\ спец}$ – затраты по привлечению молодых специалистов (оплата участия в днях открытых дверей, стипендии отдельным студентам, практика студентов), р.; $Z_{реферер}$ – затраты на выплату реферального бонуса, р.

Практически в любом из перечисленных программных продуктов по бюджетированию имеются все необходимые формулы для расчета затрат на материальное стимулирование. При разработке этой части бюджета важным является включение всех видов премий, надбавок и компенсаций. Составляется прогноз дополнительных выплат персоналу, которые могут «утяжелить» расходы в течение года (оплата работы в выходные дни, компенсация отпускных и пр.). Однако при планировании расходов на персонал вышеприведенных сведений недостаточно.

Позолотина Е.И. отмечает, что скорость и гибкость являются сегодня ключевыми конкурентными преимуществами, поскольку современные предприятия работают в быстро меняющейся среде.

Организационные и кадровые компетенции являются ключевыми ресурсами, обеспечивающими эти характеристики. Процедуры оценки эффективности системы управления персоналом включают разработку методов оценки, определение того, что оценивать, когда и где оценивать, а также документирование и поддержку процесса оценки. При оценке эффективности системы управления человеческими ресурсами вы должны иметь четкое представление о том, для чего она будет использоваться, и как будут использоваться результаты.

Системы компетенций в стандартном понимании находятся на стыке управленческих процессов, таких как найм, оценка и развитие талантов, формирование кадрового резерва и идентификация талантов [10].

На практике система компетенций влияет

на такие важные процессы, как организация и корпоративная культура. Итак, конкретные компетенции, которыми должен обладать работник, возникают в процессе реализации создания системы компетенций.

Поэтому достижение человеком уровня развития и формирование его личности, мировоззрения необходимы для совершенствования его профессиональных качеств. Сейчас вузы самостоятельно разрабатывают и утверждают ведущие программы профессионального образования по своим специальностям. Однако постановка этой цели привела к пересмотру образовательной составляющей, изменению образовательных стандартов, распространяющихся на весь образовательный процесс. Уровень приобретения корпоративного специалиста неизвестен.

Список источников

1. Артамонова О.С., Злобина Н.В. Экономика знаний для развития СМК организации // Стандарты и качество. 2019. № 8. С. 90–94.
2. Бондаренко А. Проблемы кадрового обеспечения ТЭК // Энергетическая политика. 2022. № 11. С. 6–15. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kadrovogo-obespecheniya-otrasley-tek> (01.12.2022).
3. Валькович О.Н., Лагерева К.А. Кадровая политика как стратегия управления персоналом // Символ науки. 2016. № 12-1. С. 55–57.
4. Васильева В.Д. Топливо-энергетический комплекс России: проблемы и перспективы развития // Научное обозрение. 2019. № 2. С. 26–31. [Электронный ресурс]. URL: <https://s.science-pedagogy.ru/pdf/2019/2-2/1855.pdf> (08.12.2022).
5. Вукович Г.Г. Управление персоналом: теория и методика // Экономика Профессия Бизнес. 2019. № 4. С. 21–26.
6. Герасимов Б.Н. Методологические инструменты исследования и оценки эффективности процесса управления персоналом организации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 2. С. 160–169.
7. Горленко О.А., Ерохин Д.В., Можаяева Т.П. Управление персоналом. М.: Юрайт, 2020. 249 с.
8. Жуков А.Л., Хабарова Д.В. Аудит человеческих ресурсов организации. Берлин: Директ-Медиа, 2019. 363 с.
9. Шалаева К.К. Совершенствование системы управления персоналом // Human Progress, 2017. Т. 3. № 12. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-upravleniya-personalom/viewer> (04.12.2022).
10. Barabási A.-L. Formula: The Universal Laws of Success, New York: Little, Brown and Company, 2018. P. 320.
11. Glushchenko V. Concepts of modernization of the technical infrastructure of the fuel and energy complex during the transition to the eighth technological order // The scientific heritage, 2021. № 78. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/concepts-of-modernization-of-the-technical-infrastructure-of-the-fuel-and-energy-complex-during-the-transition-to-the-eighth/viewer> (05.12.2022).
12. Helena K. System Theory Approach as a Basis of Strategic Management. Foresight and STI governance, 2020. Vol. 14. № 4.
13. Horváthová Z., Kalyugina S., Pianov A. Journal of Institutional Studies, 2020. Vol. 12. № 2, P. 149–160. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-influence-of-geopolitical-factors-and-multiculturalism-on-the-personnel-security-of-russian-federation> (10.12.2022)
14. Tepavčević J., Vukosav S., Bradić M. The impact of demographic factors on work-family conflict and turnover intentions in the hotel industry // Hotel and Tourism Management, 2021. Vol. 9. №. 2. P. 25–36.
15. Malaksiano M. On optimization of the management system of an innovation-oriented organization. The scientific heritage, 2020. № 52. P. 47–52. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/on-optimization-of-the-management-system-of-an-innovation-oriented-organization/viewer> (08.01.2022)
16. Mukhoryanova O., Herzigova K., Kalugina S., Tretyakov O. Socio-economic labor relations and personnel security in multicultural environment, 2018. Vol. 16. № 4. P. 130–143.

17. Yegor D. Burda Digitalization and Ways for the Development of the Electric Energy Industry with the Participation of Consumers: New Challenges for Shaping the Investment Climate Journal of Siberian Federal University // Humanities & Social Sciences 4, 2019. P. 545–564 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/digitalization-and-ways-for-the-development-of-the-electric-energy-industry-with-the-participation-of-consumers-new-challenges-for-shaping> (02.01.2022)

Информация об авторах / Information about the Authors

Лапа Валентин Александрович,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
zlkjhg9@gmail.com

Valentin A. Lapa
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
zlkjhg9@gmail.com

Бережных Мария Валерьевна,
к.э.н.,
доцент,
кафедра менеджмента,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
bmw@istu.edu

Maria V. Berezhnykh,
Cand. Sci. (Economics), Associate Professor,
Department of Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
bmw@istu.edu

Выбор парка подвижного состава: собственный или наемный

© С.М. Лубнина, Е.Д. Крылов, О.С. Прокофьева

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

Аннотация. В статье рассмотрена задача принятия решения «делать самому или покупать транспортную услугу у сторонней организации». Это распространенная проблема, с которой сталкивается на рынке транспортных услуг большинство предприятий при доставке грузов к потребителям. Были проанализированы положительные и отрицательные стороны использования предприятиями в своей профильной деятельности наемного или собственного парка подвижного состава и выяснили, что преимуществ и недостатков хватает для каждого альтернативного варианта организации перевозок грузов. Поэтому основным критерием оптимальности при решении задачи должна выступать максимизация прибыли. Следовательно, для принятия обоснованного решения необходимо проводить экономическую оценку общих транспортных затрат на использование предприятием собственного или наемного парка подвижного состава. В статье представлен алгоритм решения задачи, состоящий из четырех этапов, который позволяет принять руководству предприятия решение по поводу приобретения и эксплуатации собственных транспортных средств или заключению договора на пользование услугами наемного транспорта. Апробация предлагаемого алгоритма приведена на примере СХАО «Белореченское» на основании сравнения используемого наемного и создания собственного парка подвижного состава по грузообороту «безразличия».

Ключевые слова: задача «делать или покупать транспортную услугу», компания с собственным парком подвижного состава, компания с наемным парком подвижного состава, грузооборот «безразличия», общие транспортные затраты

Choice of rolling stock fleet: own or hired

© Sofia M. Lubnina, Egor D. Krylov, Oksana S. Prokofieva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article considers the problem of making a decision "to do it yourself or buy a transport service from a third-party organization". This is a common problem that most enterprises face in the transport services market when delivering goods to consumers. The authors analyzed the positive and negative aspects of the use of hired or own rolling stock by enterprises in their profile activities and found out that there are enough advantages and disadvantages for each alternative option of cargo transportation. Therefore, the main criterion of optimality in solving the problem should be profit maximization. Hence, in order to make an informed decision, it is necessary to carry out an economic assessment of the total transport costs for the use of an enterprise's own or hired fleet of rolling stock. The article presents an algorithm for solving the problem, consisting of four stages, which allows the management of the enterprise to make a decision about the purchase and operation of its own vehicles or the conclusion of a contract for the use of hired transport services. The approbation of the proposed algorithm is given on the example of the Belorechenskoye Agricultural Enterprise based on a comparison of the hired and the creation of its own rolling stock fleet according to the cargo turnover of "indifference".

Keywords: the task of "making or buying a transport service", a company with its own rolling stock fleet, a company with a hired rolling stock fleet, cargo turnover of "indifference", total transport costs

«Делать самому или покупать транспортную услугу у сторонней организации» – одна из стратегических задач в транспортной логистике. Например, для большинства предприятий, которым необходимо доставлять грузы потребителям, очень часто встает вопрос: заключить договор на оказание услуг со специализированной транспортно-экспедиционной компанией/компанией-автоперевозчиком или рассмотреть возможность приобретения и эксплуатации собственного парка подвижного

состава. Заинтересованные юридические и физические лица вынуждены выбирать один из предложенных вариантов организации перевозок грузов либо остановить свой выбор на соотношении собственного и наемного транспорта на предприятии в определенной пропорции в зависимости от профиля своей деятельности [1].

Простого и однозначного решения этой задачи нет. Как правило, наличие собственного подвижного состава снизит зависимость пред-

приятый от колебаний конъюнктуры на рынке транспортных услуг. В то же время низкую себестоимость транспортировки скорее обеспечит специализированная транспортно-экспедиционная компания либо компания-автоперевозчик [2]. Для разрешения этой непростой ситуации проанализируем преимущества и недостатки использования предприятиями собственного или наемного подвижного состава при организации перевозок грузов.

Из табл. 1 видно, что преимущества и недостатки есть в обоих альтернативных вариантах деятельности предприятий при организации перевозок грузов. Поэтому необходим полный сравнительный анализ использования собственного или наемного парка подвижного состава.

Для создания компании с собственным парком подвижного состава необходимы огромные первичные капитальные вложения. Для этого можно воспользоваться собственными средствами и осуществить покупку с единовременной выплатой полной стоимости подвижного состава. Можно рассмотреть покупку транспортных средств, используя заем-

ные средства (кредит) или воспользоваться финансовым/операционным лизингом [5]. Лизинг в последнее время является популярным и наиболее экономически целесообразным решением покупки транспортных средств по сравнению с первыми двумя способами, так как позволяет сократить налоговые платежи, упростить бухгалтерский учет и минимизировать административные затраты.

Для организации компании с наемным парком подвижного состава работа будет строиться на взаимовыгодном партнерстве с перевозчиками, которые имеют в наличии транспортные средства. Для этого можно полностью передать процесс управления транспортным парком в аутсорсинг, а также воспользоваться услугами специализированных транспортно-экспедиционных компаний или компаний-автоперевозчиков. В последнее время в работе предприятий распространено заключение договора с индивидуальными владельцами транспортных средств. По принципу взаимоотношений между партнерами все эти варианты похожи, с той лишь разницей, что при подписании договоров с индиви-

Таблица 1. Основные преимущества и недостатки использования предприятиями собственного или наемного подвижного состава

Преимущества	Недостатки
Собственный парк подвижного состава	
<ul style="list-style-type: none"> – высокое качество оказания услуг клиентам благодаря четкому контролю, гибкому регулированию сроков доставки и частоты отправления грузов; – полный контроль технического состояния и местонахождения транспортного средства, в частности груза (при условии оборудования их радиостанциями, RFID-метками, GPS-приборами и т. п.); – возможность применения гибких мотивационных схем для водителей и экспедиторов [3, 4]. 	<ul style="list-style-type: none"> – значительные затраты на хранение, эксплуатацию, техническое обеспечение и ремонт транспортных средств; – большие капиталовложения на приобретение подвижного состава, зданий для их хранения и ремонта; – амортизация основных средств; – увеличение налогооблагаемой базы; – наем дополнительных сотрудников для обеспечения работы подвижного состава; – затраты на наем дополнительного транспорта, если собственный весь задействован в перевозках; – невозможность перевозки ряда грузов из-за специализации транспортного предприятия [3, 4].
Наемный парк подвижного состава	
<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие затрат на содержание парка подвижного состава, а также на заработные платы сотрудникам; – возможность транспортировки любых видов груза из-за наличия большой базы транспортных компаний; – низкие капитальные вложения на начальном этапе при покупке подвижного состава и т. п.; – простое управление процессом доставки грузов [3, 4]. 	<ul style="list-style-type: none"> – мониторинг рынка транспортных услуг на предмет более выгодных вариантов сотрудничества; – риски при выборе транспортных партнеров; – затраты на компенсацию подачи транспорта под погрузку; – ошибки, совершенные сторонней транспортной компанией, не освобождают от ответственности предприятие; – недостаточная гибкость транспортно-экспедиционной компании при необходимости ранее незапланированных доставок; – слабое развитие рынка аутсорсинга транспортных услуг [3, 4].

дуальными владельцами транспортных средств уровень контроля на предприятии становится значительно выше.

В последнее время, согласно результатам исследования, также создаются компании, которые стараются сочетать использование собственного и наемного парка подвижного состава в определенном соотношении в зависимости от профиля своей деятельности. Среди основных причин, приводящих к такому решению можно выделить:

- в определенные периоды времени собственного парка подвижного состава в компании не хватает (например, из-за сезонности продаж), поэтому приходится искать другие варианты транспортировки грузов;
- компании используют собственный парк подвижного состава для «собственных нужд», для обеспечения безопасности и сохранности грузов, а также в случае экстренных ситуаций (быстрых заказов). Остальные функции они передают на аутсорсинг;
- на отдельных участках логистической цепи использование наемного подвижного состава оказывается дешевле содержания собственного подвижного состава.

Тем не менее, окончательным критерием выбора одного из альтернативных вариантов организации перевозок грузов у большинства предприятий является экономическая оценка общих транспортных затрат при использовании собственного или наемного парка подвижного состава [6].

Последовательность решения задачи выбора «делать самому или покупать транспортную услугу у сторонней организации» состоит из четырех основных этапов:

1. Проведение анализа грузопотоков, при котором необходимо определить какой объем грузов нуждается в перевозке в определенном регионе за конкретный период времени. Затем производится расчет количества единиц подвижного состава с необходимой грузоподъемностью. Для этого стоит воспользоваться показателем минимального объема перевозок за месяц. Применение данного показателя обусловлено тем, что собственный транспорт должен находиться в пользовании, так как день простоя одного транспортного средства – это убытки для предприятия. А

оставшиеся (максимальные) объемы перевозок лучше доставлять с помощью наемного транспорта.

2. Сравнительный расчет общих транспортных затрат при использовании предприятием собственного или наемного парка подвижного состава при организации перевозок грузов:

- если предприятие будет использовать собственный парк подвижного состава, то в данном расчете необходимо учитывать постоянные и переменные затраты [7]. К постоянным относятся: издержки на техническое обслуживание, ремонт и хранение транспортных средств, хранение запчастей, заработная плата административного персонала, простой транспортного средства под погрузо-разгрузочными операциями, оформление платежных документов, амортизационные отчисления, страхование жизни водителя, ОСАГО, КАСКО, транспортный налог, выплаты по кредитам и т. п.

К переменным относятся: издержки на топливо и смазочные эксплуатационные материалы; закупка и ремонт автомобильных покрышек и камер, непредвиденные расходы, заработная плата водителей, если на предприятии применяется сдельная форма оплаты труда.

- если предприятие будет использовать наемный парк подвижного состава, то в данном расчете необходимо проанализировать рынок транспортных услуг и выбрать тех перевозчиков, которые наиболее полно удовлетворяют существующим критериям [7, 8] и на основании существующих на рынке тарифов рассчитать среднюю стоимость перевозки (например, за 1 ткм, 1 км работы).

3. Построение графика принятия решения, рассматривающего целесообразность либо нецелесообразность создания собственного парка подвижного состава и определение «точки безразличия (равновесия)», т. е. при каком объеме работ при перевозках грузов (например, грузооборот или общий пробег) издержки на собственный и наемный парк подвижного состава одинаковы [9]. Данный график базируется на понимании характера зависимости различного рода транспортных затрат от изменения грузооборота (или общего пробега).

4. Принятие решения:

- если грузооборот или общий пробег меньше «точки безразличия (равновесия)», то предприятию выгодно заключить договор на оказание услуг со специализированной транспортно-экспедиционной компанией/компанией-автоперевозчиком или индивидуальным владельцем транспортных средств для обслуживания потребителей;
- если грузооборот или общий пробег больше «точки безразличия (равновесия)», то предприятию выгодно рассмотреть возможность приобретения и эксплуатации собственного парка подвижного состава и использовать его для обслуживания потребителей.

Приведем приблизительный расчет целесообразности собственного и наемного парка подвижного состава по графику грузооборота «безразличия» на примере компании СХАО «Белореченское», расположенной в Иркутской области. Компания ведет свою деятельность с 1967 года и является ведущим сельскохозяйственным предприятием Иркутской области. На ее долю приходится 35 % произведенной продукции сельхозпредприятиями региона. СХАО «Белореченское» для транспортировки своей продукции прибегает к услугам наемного транспорта. Перевозки осу-

ществляются как по городу – для перевозки мелких партий груза, так и по области – для больших партий груза. Перевозки по области во многих направлениях осуществляют индивидуальные владельцы транспортных средств. Поэтому возникает вопрос внедрения собственного парка подвижного состава либо дальнейшего пользования услугами специализированных транспортно-экспедиционных компаний.

График грузооборота «безразличия» схематично представлен на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что затраты транспортно-экспедиционной компании прямо пропорционально зависят от грузооборота (или от общего пробега) и увеличиваются с ростом перевозок грузов. Затраты перевозчика отличаются тем, что они остаются даже если транспорт находится в простое и превращаются в огромный недостаток для предприятия, если не покрывать затратную часть [10]. По графику можно сделать вывод, что на рассмотренных направлениях СХАО «Белореченское» целесообразно использовать собственный подвижной состав при грузообороте свыше 780 тыс. ткм. В иных случаях руководству компании целесообразно обращаться к услугам наемного транспорта.

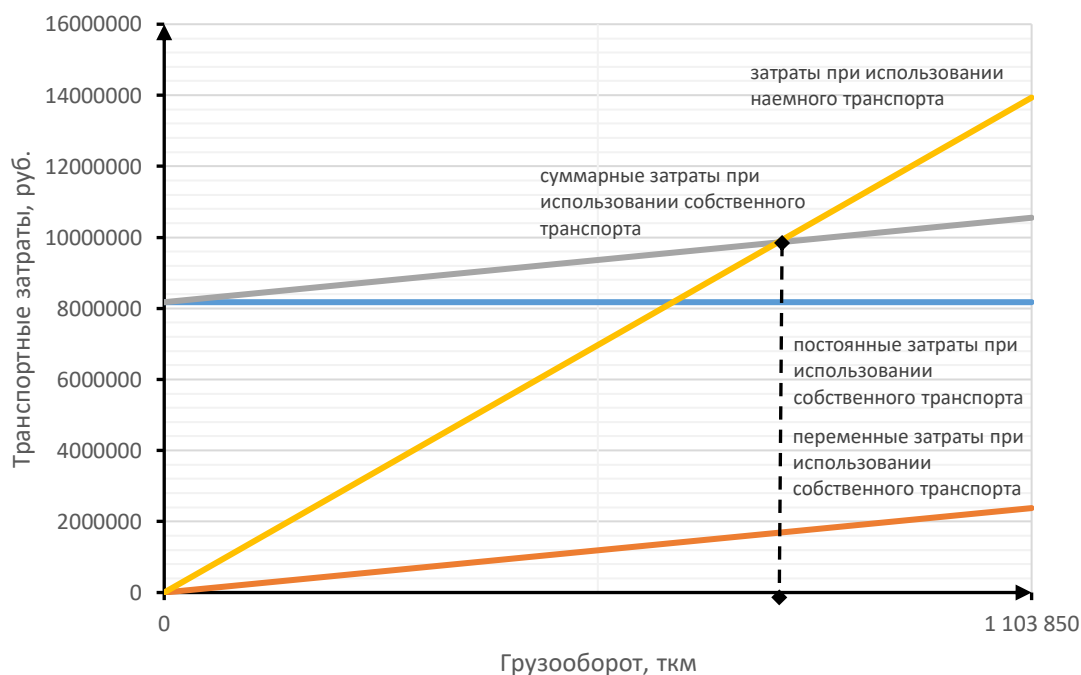


Рис. 1. Принятие решения об использовании на предприятии собственного или наемного парка подвижного состава

Таким образом, с экономической точки зрения вся задача «делать самому или покупать транспортную услугу у сторонней организации» сводится к нахождению «точки безразличия (равновесия)» [11]. Как правило, таких расчетов достаточно, чтобы руководство предприятия приняло решение по поводу приобретения транспортных средств или использования наемного транспорта.

В заключение хотелось бы отметить, что выбор предприятия между заключением договора на оказание услуг со специализированной транспортно-экспедиционной компанией/компанией-автоперевозчиком и рас-

смотрением возможности приобретения и эксплуатации собственного парка подвижного состава зависит от целей и возможностей профильной деятельности компании. Здесь важно провести экономический расчет показателей и получить утверждение, что создание собственного парка подвижного состава будет экономически выгодным для предприятия. Если результаты расчетов показывают, что такое решение повлечет за собой убытки, то от создания собственного парка подвижного состава лучше отказаться и доверить перевозку груза профессионалам.

Список источников

1. Баширзаде Р.Р., Пахомова А.В. Формирование показателей оценки транспортировки в цепи поставок // Транспорт: наука, техника, управление, 2014. № 12. С. 32–35.
2. Егорова А.Д., Филатова А.И., Наумова О.А. Анализ эффективности транспортных компаний // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал, 2017. № 3. С. 7. [Электронный ресурс]. URL: <https://regrazvitie.ru/analiz-effektivnosti-transportnyh-kompanij/> (15.11.2022).
3. Буланкина Е.В., Горгодзе Д.Р., Капп Т.О. Сравнительный анализ использования наемного или собственного транспорта в ООО «Вымпельная доставка» // Транспорт. Экономика. Социальная сфера (актуальные проблемы и их решения): сб. VI Всерос. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 29–30 апреля 2019 г.). Пенза, 2019. С. 15–18.
4. Чистякова Т.М., Смольянинова Е.Н. Анализ и сравнение экономических показателей между наемным и собственным транспортом // Экономика и управление: проблемы и решения, 2022. № 6. С. 113–120.
5. Кузьмина Л.В. Управление транспортировкой в цепях поставок // Вопросы современной экономики: теоретический и практический аспекты: сб. научн. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 29-30 октября 2015 г.). Пенза, 2015. С. 9–13.
6. Богаткина М.С., Хмелева Т.Е. Повышение эффективности транспортной системы. Выбор оптимального перевозчика // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития, 2014. № 15. С. 6–8.
7. Ющук Я.В., Прокофьева О.С. Алгоритм работы отдела транспортной логистики производственного предприятия // Молодежный Вестник ИрГТУ, 2016. № 4. С. 41.
8. Прокофьева О.С. Методика выбора перевозчика потребителями транспортных услуг // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2011. № 4. С. 84–88.
9. Березовский Р.Ю. Разработка проекта автотранспортного обслуживания ООО «Белла-Дон» // Молодой ученый: электр. науч. журн., 2019. № 29. С. 49–56. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/267/61676/> (15.11.2022).
10. Коновалова Т.В., Надирия С.Л., Недашковская А.О. Методика выбора системы транспортного обслуживания производственных предприятий // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки, 2015. № 11-2. С. 38–40.
11. Савин В.И., Щур Д.Л. Перевозки грузов автомобильным транспортом. М.: Дело и сервис, 2007. 544 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Софья Максимовна Лубнина,
студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
lubnina_2001_lub@mail.ru

Sofia M. Lubnina,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
lubnina_2001_lub@mail.ru

Егор Дмитриевич Крылов,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ppcras@gmail.com

Egor D. Krylov,

Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk national research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
ppcras@gmail.com

Оксана Сергеевна Прокофьева,

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,
oksana.prok2701@gmail.com

Oksana S. Prokofieva,

Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor of Road Transport Department
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
oksana.prok2701@gmail.com

Личностные ресурсы адаптации к учебной деятельности студентов технического вуза

© А.С. Пахомов, Е.И. Финогенко

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

Аннотация. Статья посвящена проблеме исследования личностных ресурсов адаптации к учебной деятельности студентов вуза. В статье рассматриваются концептуальные подходы к понятиям: адаптация, адаптационные ресурсы, адаптация к учебной деятельности, личностные ресурсы адаптации, внешние и внутренние ресурсы, психологически здоровая личность. Личностные ресурсы – это внутренние переменные, способствующие адаптации к различным жизненным ситуациям. Учебная деятельность носит стрессогенный характер, требует напряжения адаптационных механизмов. Адаптацию к учебной деятельности можно рассматривать с позиции профессиональной адаптации, при этом важным дополнением будет интеллектуальная адаптация, которая представляет собой приспособление к технологии обучения в вузе. В настоящей статье описаны результаты исследования личностных ресурсов адаптации к учебной деятельности студентов. Выделены две группы студентов с разным уровнем адаптированности: высоким и удовлетворительным. Исследуемыми компонентами личностных адаптационных ресурсов являются направленность личности, особенности эмоциональной и мотивационной сферы студентов. Выявлены личностные ресурсы адаптации студентов, такие как: нервно-психическая устойчивость, способность к саморегуляции, мотивация достижения успеха, направленность на общение и деловое сотрудничество, сформированные учебно-познавательные, коммуникативные, социальные мотивы деятельности, высокий коммуникативный потенциал.

Ключевые слова: адаптация, адаптация к учебной деятельности, адаптационные ресурсы, личностные ресурсы адаптации, внешние и внутренние ресурсы, психологически здоровая личность

Technical University Students' Personal Resources of Adaptation to Educational Activities

© Aleksei S. Pakhomov, Elena I. Finogenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the problem of studying the personal resources of adaptation to the educational activities of university students. The article discusses conceptual approaches to the concepts: adaptation, adaptation resources, adaptation to learning activities, personal adaptation resources, external and internal resources, psychologically healthy personality. Personal resources are internal variables that contribute to adaptation to various life situations. Educational activity is stressful in nature; it requires the tension of adaptive mechanisms. Adaptation to educational activities can be considered from the position of professional adaptation, while an important addition will be intellectual adaptation, which is an adaptation to the technology of teaching at a university. The article describes the results of a study of personal resources of adaptation to the educational activities of students. There are two groups of students with different levels of adaptation: high and satisfactory. The investigated components of personal adaptive resources are the orientation of the personality, the peculiarities of the emotional and motivational sphere of students. The article reveals personal adaptation resources of students, such as: neuropsychic stability, ability to self-regulation, motivation to achieve success, focus on communication and business cooperation, formed educational, cognitive, communicative, social motives of activity, high communicative potential.

Keywords: adaptation, adaptation to learning activities, adaptation resources, personal adaptation resources, external and internal resources, psychologically healthy personality

Введение

Понятие «ресурс» используется в различных исследованиях, связанных с изучением психической реальности. Личностные ресурсы – это внутренние переменные, способствующие психологической устойчивости в

стрессогенных ситуациях; это эмоциональные, мотивационно-волевые, когнитивные и поведенческие конструкты, которые человек актуализирует для адаптации к трудным жизненным ситуациям. В современной психологии содержание понятия «ресурсы» разраба-

тывалось в работах С. Хобфолла, В.А. Бодрова, Н.Е. Водопьяновой, Д.А. Леонтьева, А.Г. Маклакова и др.

Различают две группы ресурсов: группу личностных (психологических) ресурсов и группу средовых (социальных) ресурсов. Личностные ресурсы (психологические, профессиональные, физические) представляют собой навыки и способности человека. Средовые ресурсы отражают доступность для личности помощи извне (инструментальной, информационной, моральной, эмоциональной, материальной) от социального окружения.

В ресурсной концепции стресса С. Хобфолл определяет ресурсы как нечто значимое для человека, то, что помогает адаптироваться в сложных жизненных ситуациях. Потеря ресурсов рассматривается автором как первичный механизм запуска стрессовой реакции. Это влечет за собой потерю субъективного благополучия, переживается как состояние психологического стресса и негативно сказывается на здоровье личности [1, 2].

С. Хобфолл к ресурсам относит:

- материальные объекты (доход, дом, транспорт, одежда, объектные фетиши) и нематериальные (желания и цели);
- внешние (социальная поддержка, семья, друзья, работа, социальный статус) и внутренние интраперсональные переменные (самоуважение, профессиональные умения, оптимизм, самоконтроль, жизненные ценности, система верований и др.);
- психические и физические состояния;
- волевые, эмоциональные и энергетические характеристики, которые необходимы (прямо или косвенно) для выживания или сохранения здоровья в трудных жизненных ситуациях либо служат средствами достижения лично значимых целей [2, 3].

Фундаментальным положением ресурсного подхода является принцип «консервации» ресурсов. Смысл его состоит в том, что человек может получать, сохранять, восстанавливать, преумножать и перераспределять ресурсы в соответствии с собственными ценностями. С помощью подобного распределения человек имеет возможность адаптироваться к разнообразным условиям окружающей действительности [4].

В.А. Бодров рассматривает ресурс в рамках теории психологического стресса. При этом автор обозначает ресурсы как физические и духовные возможности человека, мобилизация которых обеспечивает выполнение его программы и способов (стратегии) поведения для предотвращения или купирования стресса [5].

Согласно представлениям Н.Е. Водопьяновой, психологические ресурсы – это внутренние и внешние переменные, способствующие психологической устойчивости в стрессовых ситуациях. Это эмоциональные, мотивационно-волевые, когнитивные и поведенческие конструкты, которые человек актуализирует для адаптации к стрессогенным трудовым и жизненным ситуациям, это средства (инструменты), используемые им для изменения взаимодействия с проблемной ситуацией [6].

Изучая ресурсы личности, Л.В. Куликов выделяет целую группу личностных детерминант. Он считает, что более успешной адаптации к трудным жизненным ситуациям способствуют позитивность и рациональность мышления, адекватная самооценка, эмоционально-волевые качества, активная жизненная позиция и выраженная мотивация преодоления трудностей, когда стрессы воспринимаются как возможность личностного роста на основе полученного опыта. Кроме того, он выделяет физические ресурсы, включая туда состояние здоровья и отношение к нему как к приоритетной ценности. Также значение имеют материальные ресурсы – это высокий доход, хорошие условия для жизни, безопасность жизни, стабильность и гигиенические факторы. В качестве внешних ресурсов им выделяются информационные и инструментальные ресурсы как возможность получить информационную поддержку от окружения [7].

Личностные ресурсы определяют параметры психологически здоровой личности. И.В. Дубровина продолжила исследование ресурсных качеств и добавила к уже выделенным Л.В. Куликовым следующие:

- самодостаточность;
- интерес человека к жизни;
- свободу мысли и инициативу;
- увлеченность какой-либо областью научной и практической деятельности;

- активность и самостоятельность;
- ответственность и способность к риску;
- разнообразие в средствах достижения цели;
- способность к сильным чувствам и переживаниям;
- уважение другого и признание своей индивидуальности;
- творческий подход в разных сферах жизни и деятельности [8].

Психологические ресурсы актуализируются в момент, когда человеку необходимо приспособиться к требованиям среды и представляют собой жизненные ценности, образующие личностный потенциал для несогласия с неблагоприятными жизненными ситуациями [9].

А.Г. Маклаков в теории адаптации вводит понятие «личностный адаптационный потенциал». Он считает способность к адаптации свойством личности (саморегулирующейся системы), необходимым для приспособления к изменяющимся внешним условиям [10].

Психологические ресурсы актуализируются и проявляются во взаимодействии человека с жизненной средой. Они рассматриваются многими авторами как интегративная характеристика личности, ответственная за успешность преодоления личностью жизненных трудностей. Ресурсный подход открывает возможности изучения психической реальности в системе взаимодействия «человек – жизненная среда» с учетом комплекса детерминант, источником которых является человек с определенным набором личностных черт. Взаимодействие человека и жизненной среды происходит в определенных жизненных ситуациях, что оказывает непосредственное влияние на проявление определенных ресурсов личности. Личностные ресурсы проявляются во взаимодействии человека с окружающей его действительностью, в определенных жизненных ситуациях [11].

Существуют различные методологические подходы к определению понятия адаптации. Авторы рассматривают ее как процесс, состояние, свойство или как результат деятельности. Также адаптация представляет системный процесс, при котором все уровни тесно взаимосвязаны между собой. Этот процесс

непрерывен, благодаря ему достигается динамическое равновесие между личностью и средой.

Большинство исследователей выделяют три уровня адаптации:

- биологический (физиологический);
- психологический;
- социальный [12–16].

А.Г. Маклаков, изучая адаптационный потенциал личности, говорит о сложных механизмах физиологической, психической и социальной адаптации [10]. В работах М.Р. Битяновой адаптация рассматривается как развитие личности. Это важный момент, так как автор говорит о важной функции адаптации, которая, по ее мнению, способствует личностному росту, успешному функционированию в среде [17].

А.А. Реан, А.Р. Кудашев, А.А. Баранов, анализируя понятие адаптации, делают акцент на взаимодействии личности с социальной средой, т. к. человек постоянно пребывает в социуме, то любые виды адаптации имеют связь с социальными отношениями. Успешная адаптация, по их мнению, приводит к правильным соотношениям целей и ценностей личности и группы. Несмотря на значимость социального компонента в процессе адаптации, авторы считают важным условием реализацию потребностей и стремлений личности, развитие ее индивидуальности в благоприятной для нее среде [18].

А.А. Налчаджян понимает под адаптацией процесс преодоления проблемных ситуаций, во время которого личность использует уже имеющиеся навыки и механизмы поведения, а также находит новые способы поведения и решения задач. Автор выделяет три вида адаптации в зависимости от преобладающей в данной ситуации стратегии: активную, пассивную и приспособительную [14].

Профессиональная адаптация рассматривается как разновидность социально-психологической и понимается авторами как приспособление к условиям труда (это адаптация к рабочему месту, к коллективу, к профессиональным обязанностям, ценностям организации и прочее) [11, 13].

Адаптацию к учебной деятельности можно рассматривать с этой же позиции, при этом

важным дополнением будет интеллектуальная адаптация, которая, по мнению Р.Р. Хусаиновой, представляет собой приспособление к технологии обучения в вузе [19].

Адаптация студента к учебной деятельности является сложным динамическим процессом, на который оказывают влияние различные факторы. С.В. Харченко, изучая феномен адаптационного стресса во время учебной деятельности в вузе, указывает следующие:

1) объективные факторы (социальные). К ним она относит характер высшего учебного заведения, специфику ведущего предмета, особенности организации учебного процесса, систему требований, комплекс ценностей и норм студенческого коллектива и коллектива преподавателей;

2) социально-психологические факторы, которые определяют особенности взаимодействия личности и социальной среды;

3) психологические факторы включают широкий спектр личностных особенностей – это мотивация личности, уровень способностей к определенному профилирующему предмету, качества личности, интеллектуальный уровень, уровень развития самосознания, навыки самоконтроля и саморегуляции, индивидуальный стиль деятельности и др.) [20].

Таким образом, адаптация студентов к учебной деятельности – это процесс двусторонний, результат взаимодействия личности и окружающей его среды. Происходят внутренние преобразования личности в соответствии с новой деятельностью, социальными условиями и новым окружением. Это освоение новых социальных ролей, вхождение в новую систему отношений, освоение новых навыков. Поэтому адаптация во многом обусловлена личностными особенностями студентов.

Эффективность адаптации к учебной деятельности в высшем учебном заведении зависит от социальной и жизненной позиции студентов, мотивов учебной деятельности, личностных особенностей, в том числе, личностных ресурсов.

Исследование

Нами было проведено исследование, в котором приняли участие студенты технических

специальностей ИрНТУ. Всего было опрошено 36 человек, среди которых были 8 девушек и 28 юношей в возрасте от 19 до 22 лет.

В процессе исследования нами использовались следующие методики:

– «Многоуровневый личностный опросник *Адаптивность* (А.Г. Маклаков, В.Г. Чермянин)»;

– «Определение направленности личности (ориентационная анкета)»;

– «Мотивация успеха и боязнь неудачи (опросник А.А. Реана)»;

– «Методика диагностики учебной мотивации (А.А. Реан и В.А. Якунин, модификация Н.Ц. Бадмаевой)»;

– методы статистической обработки результатов (корреляционный и сравнительный анализ).

Исследование адаптированности студентов по методике «Многоуровневый личностный опросник *Адаптивность*» позволило оценить нервно-психическую устойчивость студентов. Высокий уровень нервно-психической устойчивости выявлен у 10 респондентов, что свидетельствует о способности к саморегуляции в различных жизненных условиях. Средний уровень нервно-психической устойчивости диагностирован у 23 респондентов и указывает на хорошую поведенческую регуляцию и эмоциональную устойчивость, но в напряженных ситуациях возможно снижение контроля за проявлением эмоциональных состояний и поведением. Низкий уровень нервно-психической устойчивости наблюдается у 3 студентов, что свидетельствует об эмоциональной нестабильности. У них при больших физических и психических нагрузках может проявляться склонность к срывам.

Коммуникативный потенциал является одной из составляющих адаптационного потенциала личности. В выборке преобладают средние значения (у 26 человек), отражающие способность выстраивать благоприятные отношения с окружающими, стремление к сотрудничеству. Высокий уровень сформированности коммуникативных способностей наблюдается у 8 респондентов. Низкий уровень коммуникативных способностей выявлен у 2 студентов, что может обуславливать трудности в межличностном взаимодействии.

Шкала моральной нормативности отражает способность адекватно воспринимать человеком предлагаемую для него определенную социальную роль. Большинство испытуемых имеют средний уровень моральной нормативности. Высокий уровень характерен для 6 студентов. Он проявляется как адекватная оценка своей роли в коллективе и ориентация на соблюдение общепринятых норм поведения. Низкий уровень моральной нормативности наблюдается у 5 студентов. Они не удовлетворены своим положением в коллективе и не стремятся соблюдать принятые в этом коллективе нормы поведения.

Оценивая личностный адаптационный потенциал, мы получили два уровня адаптации в исследуемой группе: высокий/нормальный и средний. На этом основании разделили выборку на две группы. Студенты группы I с высоким уровнем адаптации (20 человек) имеют развитые коммуникативные качества, способность к саморегуляции, у них выражена потребность в общении, стремление устанавливать и поддерживать межличностные связи, они легко адаптируются к новым условиям,

У представителей группы II с удовлетворительной адаптацией (16 студентов) были выявлены недостаточный уровень развития коммуникативных способностей, проявления эмоциональной неустойчивости, трудности в межличностном взаимодействии. По результатам сравнительного анализа с применением t-критерия Стьюдента между группами по исследуемым параметрам были выявлены значимые различия.

Методика определения направленности личности позволяет выявить доминирующий тип направленности: на себя, на общение, на дело.

Направленность на себя (Я) в «чистом» виде выявлена у 1 респондента группы I и у 8 респондентов группы II. Она отражает эгоцентризм, ориентацию на личные достижения и связанные с ними вознаграждения, стремление к высокому социальному статусу, склонность к соперничеству, преобладание интровертированности.

Направленность на общение выявлена у 4 студентов первой группы и 6 – второй группы. Преобладает ориентация на сотрудничество,

такие студенты легко устанавливают отношения с людьми, стремятся их поддерживать, склонны работать в коллективе, ориентированы на социальное одобрение.

Направленность на дело преобладает в группе I (у 10 человек) в сравнении с группой II, где направленность на дело есть только у одного студента. Этот вид направленности отражает заинтересованность в решении деловых проблем, доминирование познавательных мотивов; он проявляется интересом к учебе, активностью, стремлением к новым знаниям. Студенты легко осваивают учебные предметы, успешно в срок выполняют учебные задания. У некоторых студентов мы наблюдаем сочетание двух направленностей.

Сравнительный анализ результатов с применением t-критерия Стьюдента выявил значимые различия между группами по параметрам: «направленность на себя» и «направленность на дело». Первый вид направленности преобладает в группе студентов с удовлетворительной адаптацией, второй – в группе с высоким уровнем адаптации.

Одной из важных составляющих успешной учебной деятельности является мотивация студента. Мотивация достижения успеха, свидетельствующая об активности, инициативности, о стремлении к преодолению препятствий, настойчивости в достижении цели, выявлена у 14 студентов группы I и у 7 респондентов группы II. Мотивация боязни неудач, проявляющаяся малой инициативностью, избеганием ответственных заданий, недооцениванием своих возможностей, диагностирована у 2 респондентов группы I и 9 – группы II. Для них характерны неуверенность в себе, тревожность, ожидание негативных событий. Сравнительный анализ с использованием t-критерия Стьюдента показал значимые различия по данному параметру между выделенными группами.

Мотивы учебной деятельности оказывают значимое влияние на успешность адаптации к освоению учебно-профессиональных компетенций, являются адаптационными ресурсами обучающихся.

Исследование коммуникативных мотивов показало, что у студентов обеих групп преоб-

ладают средние значения этого параметра. В студенческом возрасте стремление к общению часто занимает ведущее место среди мотивов, оно побуждает к совместной практической деятельности, приобретению необходимых профессиональных навыков. Высокие значения выявлены у представителей группы I (9 человек), что отражает инициативность в общении, успешность межличностного взаимодействия, говорит о развитых коммуникативных навыках.

В группе II выявлены 7 обучающихся с низким уровнем сформированности коммуникативных мотивов, что совпадает с низкими показателями коммуникативного потенциала по методике «Адаптивность». Это указывает на трудности формирования речевого партнерства, сниженной потребности в общении.

Мотив престижа отражает стремление поддерживать высокий социальный статус, получить высшее образование, престижную работу, самоутвердиться в социуме. Высокие показатели наблюдаются у незначительного количества респондентов как первой, так и второй групп. У 16 студентов группы I и 5 студентов группы II диагностированы средние значения. Стремление к самоутверждению проявляется у них не так ярко, однако этот мотив способствует повышению своего формального и неформального статуса, побуждает человека интенсивно работать и развиваться. Низкие значения мотива престижа мы выявили у 2 студентов группы I и у 5 группы II. Для них социальная активность не является значимой, они не ставят перед собой масштабные цели самореализации, избегают соперничества.

Профессиональные мотивы, проявляющиеся в стремлении приобрести необходимые знания и навыки в выбранной профессиональной области, представлены на высоком уровне у 15 респондентов группы I и у 7 группы II. Они отражают стремление получить профессиональное образование, стать квалифицированными специалистами, иметь работу, наполненную смыслом и общественной значимостью. Интерес к работе, увлеченность профессией являются сильным мотивирующим фактором, необходимым для успешной адаптации будущих специалистов.

Средние значения исследуемого параметра, 5 студентов в группе I и 9 – в группе II, также свидетельствуют о значимости профессионального обучения. Низкого уровня профессиональных мотивов в исследуемой выборке выявлено не было – это подтверждает представление о том, что учебно-профессиональная деятельность является ведущей в студенческом возрасте.

Распределение результатов по шкале «мотивы творческой самореализации» показало, что высокие значения имеют три студента группы I и один студент группы II. Поведение этих респондентов, особенности протекания адаптации, успешность учебной деятельности связаны со стремлением к более полной реализации своих способностей, их развитию. Решение проблемных ситуаций характеризуется творческим подходом.

В целом, в выборке преобладают средний и низкий уровни мотивов творческой самореализации. Как было описано выше, у испытуемых достаточно высокий уровень нервно-психической устойчивости, моральной нормативности, они склонны принимать стандартные, взвешенные решения. При этом творческая реализация, согласно В.Д. Шадрикову, имеет, как правило, системную неустойчивость внутреннего мира. Человек стремится к эмоциональной стабильности, которая достигается уходом от сознательного управления поведением в сторону творчества или путем нестандартных решений. Кроме того, процесс обучения в школе и вузе не направлен на развитие творческих способностей. У обучающихся формируются устойчивые паттерны строгого соблюдения норм и правил социума, следования предложенным образцам в поведении и деятельности.

Учебно-познавательные мотивы являются сформированными в деятельности студентов с высоким уровнем адаптации: 14 человек группы I показали высокий уровень, тогда как в группе II аналогичный показатель имеется лишь у 5 человек. Учебная деятельность является доминирующей в период обучения, поэтому учебно-познавательные мотивы обеспечивают ориентацию студентов на овладение новыми знаниями, учебными навыками и саморазвитие.

У студентов второй группы выявлен средний уровень учебно-познавательных мотивов, вследствие чего у них менее выражены стремление к самообразованию, увлеченность учебно-профессиональной деятельностью.

Социальные мотивы проявляются во взаимодействии с окружающими, в стремлении к общению и работе в коллективе.

В группах испытуемых преобладает средний уровень сформированности социальных мотивов, 12 – в группе I и 9 – в группе II. Высокий уровень социальных мотивов выявлен в первой группе у 8 студентов, во второй – у одного, это способствует успешной адаптации к совместной профессиональной деятельности, обеспечивает формирование коммуникативных навыков.

Студенты с низким уровнем социальных мотивов, 6 человек в группе II, характеризуются сниженной потребностью в социальных контактах, интровертированностью, предпочтением индивидуальных форм работы. Это подтверждается результатами исследования по ориентационной анкете, где у респондентов выражена направленность на себя.

Как показал сравнительный анализ с использованием t-критерия Стьюдента, статистически значимыми являются различия по параметрам «коммуникативные мотивы» и «учебно-познавательные мотивы».

Выводы

Имеются различия между группами по параметрам: «направленность на дело» и «направленность на себя». Первый вид направленности преобладает в группе студентов с высоким уровнем адаптации, второй – в группе с удовлетворительной адаптацией.

Студенты первой группы, с высоким уровнем адаптации, имеют развитые коммуникативные качества, способность к саморегуляции, у них выражена потребность в общении, стремление устанавливать и поддерживать межличностные связи, они легко адаптируются к новым условиям,

Исследование мотивационной сферы студентов показало, что в первой группе, с высоким уровнем адаптации, доминирующей явля-

ется мотивация достижения успеха, тогда как во второй – мотивация избегания неудачи.

Диагностика учебной мотивации показала, что успешной адаптации к учебной деятельности способствуют учебно-познавательные, коммуникативные, социальные мотивы деятельности, преобладающие у студентов первой группы.

Исследование направленности личности показало, что наиболее оптимальными являются направленность на дело и направленность на общение, которые преобладают у студентов с высоким уровнем адаптации.

Сравнительный анализ с применением t-критерия Стьюдента, а также корреляционное исследование с применением коэффициента корреляции Пирсона показало, что студенты группы I имеют развитые коммуникативные способности, способность к саморегуляции, у них выражена потребность в общении, стремление устанавливать и поддержать связи с другими, они легко адаптируются к новым условиям. Эти студенты в большей степени ориентированы на достижения, настойчивы. Их отличает сформированность учебно-познавательных и профессиональных мотивов, деловая направленность личности. Социальная поддержка, общение являются значимыми личностными ресурсами для студентов этой группы.

Студенты группы II имеют удовлетворительный уровень адаптации. Не позволяют эффективно адаптироваться к учебной деятельности такие качества как нервно-психическая неустойчивость, мотивация избегания, направленность на себя, склонность к соперничеству, низкий уровень коммуникативных и социальных мотивов.

Таким образом, успешной адаптации студентов к учебной деятельности способствуют следующие личностные ресурсы: нервно-психическая устойчивость, способность к саморегуляции, развитые коммуникативные качества, мотивация достижения успеха, направленность на общение и деловое сотрудничество, сформированные учебно-познавательные, коммуникативные, социальные мотивы деятельности, высокий коммуникативный потенциал.

Список источников

1. Холодная М.А. Стили совладания в юношеском возрасте в контексте проблемы интеллектуального контроля совладающего поведения // *Совладающее поведение: современное состояние и перспектива: сб. статей / под ред. А.Л. Журавлева*. М.: Институт психологии РАН. 2008. С. 84–96. [Электронный ресурс]. URL: <https://lib.ipran.ru/paper/20506170> (30.01.2023).
2. Stevan E Hobfoll. Social and Psychological Resources and Adaptation // *Review of General Psychology*. 2002. Vol. 6. Н. 307–324. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/232556057_Social_and_Psychological_Resources_and_Adaptation (25.01.2023).
3. Иванова Т.Ю. Теория сохранения ресурсов как объяснительная модель возникновения стресса // *Психология. Журнал Высшей школы экономики*. 2013. Т. 10. № 3. С. 119–135.
4. Калашникова С.А. Личностные ресурсы как интегральная характеристика личности // *Молодой ученый*. 2011. № 8. Т. 2. С. 84–87.
5. Бодров В.А. Проблема преодоления стресса. Часть 2. Процессы и ресурсы преодоления стресса // *Психологический журнал*. 2006. Т. 27. № 2. С. 113–123. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9251132> (03.02.2023).
6. Водопьянова Н.Е. Психодиагностика стресса. СПб.: Питер, 2009. 251 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.klex.ru/92o> (01.02.2023).
7. Вольвич Ю.К. Психологические ресурсы устойчивости личности к стрессу в организациях разных сфер и видов деятельности: автореферат дис. канд. психол. наук : 19.00.01 / Ю.К. Вольвич ; Кубанский гос. ун-т. Краснодар, 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/psikhologicheskie-resursy-ustoichivosti-lichnosti-k-stressu-v-organizatsiyakh-raznykh-sfer> (04.02.2023).
8. Иваницкий А.В. Психологический ресурс как интегральная характеристика личности // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23894> (02.02.2023).
9. Мадди С.Р. Смислообразование в процессе принятия решений // *Психологический журнал*. 2005. Т. 26. № 6. С.87–101.
10. Маклаков А.Г. Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогнозирование в экстремальных условиях. // *Психологический журнал*. 2001. Т. 22. № 1. С. 16–24.
11. Дружилов С.А. Индивидуальный ресурс профессионального развития как необходимое условие становления профессионализма человека // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2010. № 5. С. 145–148. [Электронный ресурс]. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=697> (07.02.2023).
12. Березин Ф.Б. Психологическая и психофизиологическая адаптация человека. Л.: Наука, 1994. 245 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://psyinst.moscow/biblioteka/?part=article&id=68> (07.02.2023).
13. Петровичев В.М. Процесс профессиональной адаптации молодых специалистов как объект научного исследования // *Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки*. 2012. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsess-professionalnoy-adaptatsii-molodyh-spetsialistov-kak-obekt-nauchnogo-issledovaniya> (04.02.2023).
14. Налчаджян А.А. Психологическая адаптация: механизмы и стратегии. М.: Эксмо, 2010. 368с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moscowbooks.ru/book/478270/> (11.02.2023).
15. Финогенко Е.И. Возрастные аспекты профессиональной адаптации к летной профессии // *Вестник ИРНИТУ*. 2015. № 11. С. 403–407. [Электронный ресурс]. URL: http://journals.istu.edu/vestnik_irtu/journals/2015/11/articles/72 (11.02.2023).
16. Мироновская И.К. Взаимосвязь психологического здоровья и адаптации студентов вуза // *Молодежный Вестник ИРНИТУ*. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2016/03/articles/16> (11.02.2023).
17. Адаптация ребёнка к школе: диагностика, коррекция, педагогическая поддержка. М.: Образоват. Центр «Педагогический поиск», 1998. 112 с. [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.com/486252/spisok_literatury (12.02.2023).
18. Реан А.А. Психология адаптации личности. Анализ. Теория. Практика. СПб.: Прайм-Еврознак, 2006. 479 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/7668396/> (12.02.2023).
19. Хусаинова Р.Р. Адаптация студентов к условиям образования в педагогическом вузе посредством групповой деятельности: дис. канд. пед. наук: 13.00.08 / Р.Р. Хусаинова ; Елабужский гос. пед. ун-т. Елабуга, 2005. 219 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/adaptacija-studentov-k-usloviyam-obrazovaniya-v-pedagogicheskom-vuze-posredstvom.html> (15.02.2023).
20. Ивахненко Н.Н. Особенности адаптации студентов в высшем учебном экономическом заведении // *Вестник Донецкого педагогического института*. 2018. С. 293–297. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-adaptatsii-studentov-v-vysshem-uchebnom-ekonomicheskom-zavedenii> (17.02.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Пахомов Алексей Сергеевич

студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
pahomov2016@yandex.ru

Aleksei S. Pakhomov,

Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
pahomov2016@yandex.ru

Финогенко Елена Ивановна

к.б.н.,
доцент кафедры социологии и психологии
Институт экономики, управления и права
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
elena-fin@yandex.ru

Elena I. Finogenko

Cand. Sci. (Biology),
Associate Professor of Sociology and Psychology
Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
elena-fin@yandex.ru

Мотивация учащихся к занятиям физической культурой

© Р.А. Амбарцумян, И.А. Ефременко, Ч.Л. Базарова, А.О. Пуляевская

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

Аннотация. В данной статье рассматривается мотивация учащихся к занятиям физической культурой. Цель исследования – изучить факторы, влияющие на заинтересованность студентов 3-го курса Иркутского национального исследовательского технического университета к занятиям физической культурой. Отметим, что для поддержания и укрепления здоровья необходимы регулярные занятия спортом. Стабильная работа над собой напрямую связана с мотивацией, которую разделяют на два вида – внутреннюю и внешнюю. Внутренняя мотивация возникает в том случае, когда внешняя мотивация соответствует возможностям студента. В данной статье проанализированы результаты анкетирования заинтересованности студентов к занятиям физической культурой, пути повышения мотивации к занятиям спортом среди студентов ИРНИТУ. Проведено анонимное анкетирование среди 50 студенток 3-го курса, сформулировано заключение о степени увлеченности учащихся к занятиям физической культурой. В результате исследования было выявлено, что подавляющему большинству опрошенных необходимо время на восстановление после занятий. Кроме этого, у многих студенток занятия физической культурой в вузе не совпадают с физиологическим ритмом жизни. Также некоторым опрошенным требуется помощь преподавателя или тренера. Следовательно, можно сделать вывод о наличии слабой мотивации для занятий спортом.

Ключевые слова: студенты, анкетирование, мотивация, спорт

Students' Motivation to Be Engaged in Physical Education

© Rima A. Ambartsumyan, Irina A. Efremenko, Chimita L. Bazarova, Alena O. Pulyaevskaya

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the motivation of students to engage in physical education. The purpose of the study is to study the factors influencing the interest of 3rd year students of the Irkutsk National Research Technical University in physical education. The article notes that regular exercise is necessary to maintain and promote health. Stable work on oneself is directly related to motivation, which is divided into two types - internal and external. Internal motivation arises when external motivation matches the student's capabilities. This article analyzes the results of a survey of students' interest in physical education, ways to increase motivation for sports among INRTU students. Anonymous questioning among 50 female students of the 3rd course showed the degree of students' enthusiasm for physical culture. The article results that the vast majority of respondents need time to recover after class. In addition, scheduled physical culture classes at the university do not coincide with the physiological rhythm of life for many female students. Also, some respondents need the help of a teacher or trainer. Therefore, the article concludes that there is a weak motivation for sports.

Keywords: students, questionnaires, motivation, sports

Введение

В век развитых технологий все более актуальным становится необходимость занятия спортом. Это связано с тем, что сидячий образ жизни, развитая система транспорта и легкодоступность ресурсов для жизни негативно влияют на физическое здоровье человека. В основе любой физической активности лежит принцип постоянной мотивации [1], ведь мотивация к занятиям спортом является важнейшим аспектом [2]. Мотивация бывает как внутренняя, так и внешняя. Внутренняя мотивация заключается в самом человеке и не зависит от внешнего окружения, а внешняя

представляет собой результат воздействия на человека факторов извне (задания, упражнения, нормативы, требования и т. п.). Внутренняя мотивация возникает лишь тогда, когда внешняя мотивация соответствует возможностям студента. Только тогда он получает удовольствие от занятий спортом и вдохновляется собственным результатом [3].

В обществе все чаще транслируются призывы к активной жизнедеятельности, однако в действительности заинтересованность молодежи в занятиях спортом постоянно снижается [4]. Это связано как с ежедневным увеличением комфорта жизни, повышенной загруз-

женностью в связи с учебной деятельностью, так и с наличием факторов [5], которые снижают уровень мотивации [6]. Именно поэтому актуально их изучение в формировании мотивации студентов к спорту.

Цель исследования заключается в изучении факторов, влияющих на заинтересованность студентов 3-го курса Иркутского национального исследовательского технического университета к занятиям физической культурой. Для исследования степени мотивации студенток 3-го курса ИРНИТУ применены основные методы: анкетирование, математическая статистика и анализ. Исследование проводилось среди 50 студенток 3-го курса ИРНИТУ в возрасте от 19 до 22 лет.

Результаты исследования

На вопрос: «Как вы себя ощущаете после занятий спортом?» 36 % девушек ответили, что после занятий спортом они чувствуют легкость и полны энергии. Вариант ответа «Чувствуется приятная усталость, однако после занятия мне необходим отдых» выбрали 10 %. Нейтрально ощущают себя после занятий спортом 14 % девушек из числа опрошенных. Ответ «Иногда бывает тяжело после занятий спортом» выбрали 20 %. Остальные 20 % не удовлетворены своим состоянием после физической активности и выбрали такой вариант: «После занятий физкультурой я чувствую себя изнуренной» (рис. 1).

Установлено, что 60 % девушек чувствуют себя хорошо и занятие спортом не приносит

им дискомфорта. Однако 40 % испытывают тяжесть и даже изнуренность после занятий. Безусловно, самочувствие существенно влияет на восприятие процесса и на желание заниматься спортом в дальнейшем [7, 8]. Возможно, во избежание данного явления необходимо индивидуально подходить к тренировочному процессу.

Анкетированным необходимо было дать ответ на вопрос: «Расписание занятий физической культурой совпадает с моим физиологическим режимом дня?». Всего 6 % опрошенных полностью согласны с данным утверждением, 12 % девушек согласны частично, сомневаются 14 %. Вариант ответа «Не согласен частично» выбрали 30 % анкетированных, а у 38 % студенток режим дня не совпадает с расписанием занятий физической культурой (рис. 2).

Как видно из рис. 2, физиологический режим дня не совпадает с расписанием занятий в вузе у 68 % опрошенных, для 18 % опрошенных расписание занятий не доставляет неудобств.

Физическая активность значительно снижает энергетические запасы человека [9, 10]. Поэтому студенткам было предложено ответить на вопрос: «После занятия физической культурой мне требуется время на отдых?».

По результатам опроса, 82 % абсолютно согласны с утверждением. Вариант «Мне безразлично» выбрало всего 4 % студенток. Ни одна девушка не выбрала ответ «Не согласен частично». Совсем не согласны с утверждением 6 % студенток (рис. 3).

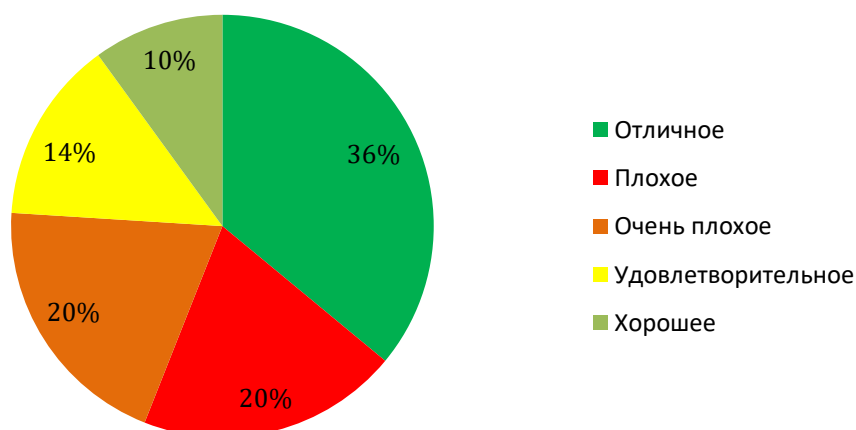


Рис. 1. Самочувствие студенток после занятий спортом

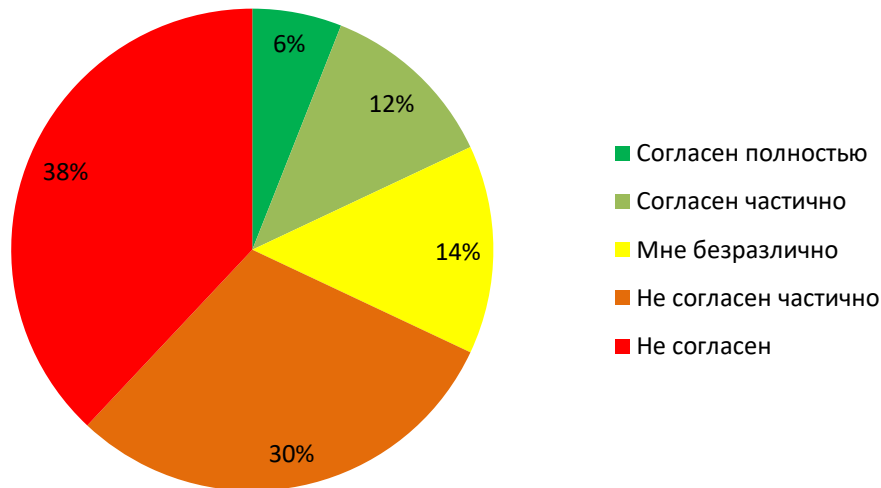


Рис. 2. Результаты ответа на вопрос «Расписание занятий физической культурой совпадает с моим физиологическим режимом дня?»

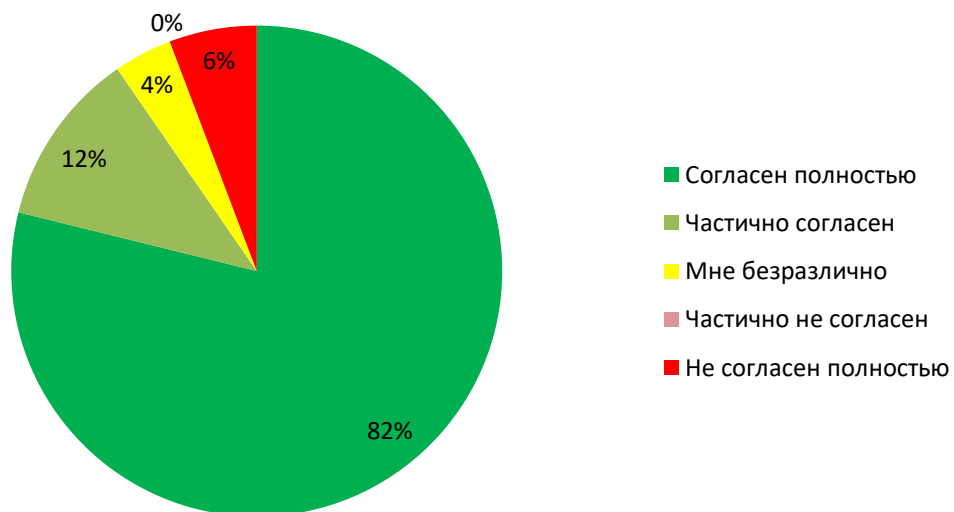


Рис. 3. Реакция студенток на вопрос: «После занятия физической культурой мне требуется время на отдых?»

Полученные данные демонстрируют, что подавляющему большинству студенток необходимо время на восстановление после занятий физической культурой.

Следующий вопрос, заданный студенткам: «Чтобы занятия физкультурой и спортом не прерывались во время каникул, меня обязательно должен кто-то контролировать?». По нашим данным, не могут заниматься спортом самостоятельно 10 % опрошенных девушек, 30 % – частично согласны с утверждением.

Сомневаются 4 % опрошенных, относительно самостоятельны в занятиях физической культурой – 20 %, а 34 % могут заниматься спортом самостоятельно (рис 4).

Эти данные свидетельствуют о том, что больше половины опрошенных студенток могут самостоятельно заниматься физической активностью. Однако 40 % студенток не имеют достаточной мотивации для занятия спортом без поддержки преподавателя.

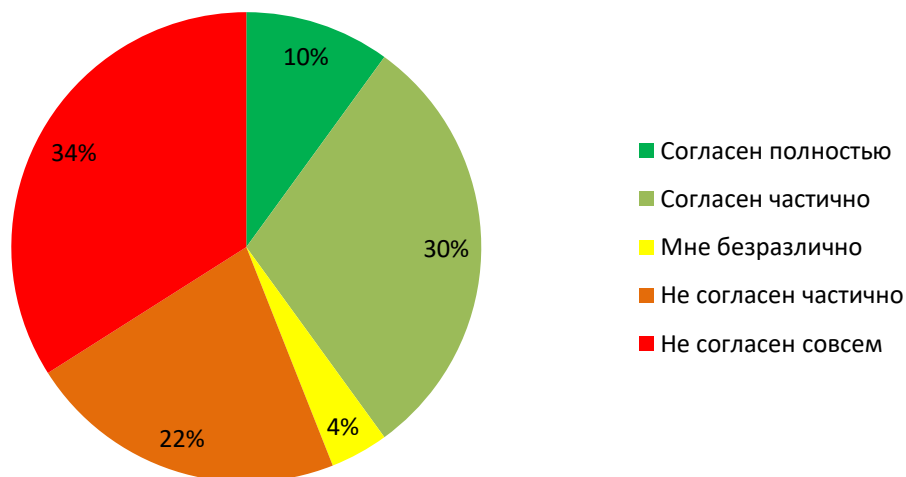


Рис. 4. Результаты ответа на вопрос «Чтобы занятия физкультурой и спортом не прерывались во время каникул, меня обязательно должен кто-то контролировать?»

Выводы

Проанализированы условия создания мотивации студенток к занятиям физической культурой. Установлено, что 40 % девушек испытывают усталость после занятий спортом. Негативные эмоции отрицательно влияют на желание заниматься спортом, который доставляет неудобства. По результатам опроса установлено, что 92 % опрошенных необходимо время на восстановление после занятий, у

68 % девушек занятия физической культурой в вузе не совпадают с физиологическим ритмом жизни. Дискомфортные ощущения, такие как усталость и утомленность в течение рабочего дня, безусловно, влияют на дальнейшую увлеченность студенток физической активностью. Кроме того, 40 % опрошенных девушек нуждаются в наставничестве преподавателя или тренера. Все это говорит о наличии слабой мотивации для занятий спортом.

Список источников

1. Надёжина Н.В. Мотивация к занятиям физической культурой и спортом у студентов 1–3 курсов АЧИИ ФГБОУ ВО ДОНГАУ // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2016. Т. 23. С. 55–58. [Электронный ресурс]. URL: <https://e-koncept.ru/2016/56392.htm> (15.01.2023).
2. Лобыгина Н.М., Тиканов А.О., Крыловский А.Ю. Мотивация студентов к занятиям физической культурой в вузе // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2016. № 1. С. 65–71.
3. Исмиянов В.В., Зубанов И.А., Макаревич Д.А., Сеницын Д.В. Мотивация студентов к занятиям физической культурой и спортом на примере железнодорожного вуза // Актуальные вопросы современной науки. 2015. № 1. С. 44–47.
4. Колямина Н.В. Организационно-методические аспекты мотивации к занятиям физической культурой и спортом современной молодежи // Проблемы и перспективы подготовки спортивного резерва: образование, спорт, здоровье. Чебоксары, 2016. С. 142–143.
5. Полишкене Й. Факторы, влияющие на мотивацию студентов для занятий физической культурой // Альманах мировой науки. 2016. № 4–3. С. 129–130.
6. Кондаков В.Л., Копейкина Е.Н., Балышева Н.В., Усатов А.Н., Скруг Д.А. Отношение студентов к занятиям физической культурой и спортом в образовательном пространстве современного вуза // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1 (часть 1).
7. Бурухин С.Ф., Кулагина Е.В. Формирование мотивации к занятиям физической культурой у студентов вуза с использованием новых видов двигательной активности // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 1. С. 123–127.
8. Дудник И.А. Формирование позитивной мотивации как основы самосовершенствования волевых качеств студентов в процессе занятий физической культурой // Физическое воспитание студентов. 2015. № 3. С. 3–9.

9. Колпакова Е.М. Двигательная активность и ее влияние на здоровье человека // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта, 2018. № 1. С. 94–109.
10. Мандрыкин П.Г., Колокольцев М.М. Образ жизни студентов технического университета разных поколений. Молодежный вестник ИРГТУ. 2019. Т. 9. С. 200–205. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2019/01/articles/38> (20.02.2023).

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,
rma.ambarcumyan@mail.ru

Rima A. Ambartsumyan,

Senior Lecturer,
Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
rma.ambarcumyan@mail.ru

Ефременко Ирина Александровна,

студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Efremenko-ai@mail.ru

Irina A. Efremenko,

Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Efremenko-ai@mail.ru

Базарова Чимита Лопсоновна,

студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
chimita.bazarovaa@mail.ru

Chimita L. Bazarova,

Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
chimita.bazarovaa@mail.ru

Пуляевская Алена Олеговна

студент,
Институт строительства, архитектуры и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074 г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
pulyaevskaya2012@mail.ru

Alena O. Pulyaevskaya

Student,
Institute of Construction, Architecture and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
pulyaevskaya2012@mail.ru

Роль компьютерного моделирования при исследовании физических процессов

© Н.О. Донцов, Л.Е. Гладышева

Химико-технологический техникум, филиал Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Усолье-Сибирское, Российская Федерация

Аннотация. Современные компьютерные технологии могут использоваться на всех этапах процесса обучения: при объяснении нового материала, закреплении, повторении, при выполнении практических работ. В статье рассматривается роль компьютерного моделирования при выполнении исследовательской работы студентами. Актуальность выбранной темы для исследования заключается в том, что процессы гравитационного осаждения частиц широко распространены в природе и технике. Примерами могут служить осаждение примесей при промышленной очистке воды, очищение выбросов сгорания топлива на ТЭЦ и т. д. Этот вид проектной работы помогает смоделировать наиболее точно и наглядно физические процессы и явления. Это способствует повышению познавательной активности и заинтересованности у студентов. Студенты могут по своему усмотрению изменить исходные параметры физических процессов, наблюдать как изменяется в результате само физическое явление, анализировать увиденное, делать соответствующие выводы. Таким образом, можно сказать, что компьютерное моделирование дает возможность получать наглядные динамические иллюстрации физических процессов и явлений, воспроизводить их тонкие детали, которые часто ускользают при наблюдении реальных явлений и экспериментов. Продукт исследовательской работы предлагается использовать преподавателями дисциплины «Технологическое оборудование» на практическом занятии.

Ключевые слова: исследовательская работа, информационно-коммуникационные технологии, компьютерное моделирование, физические процессы

The role of computer simulation in physical processes research

Nikolai O. Dontsov, Liubov E. Gladysheva

Chemical-Technological College,
Branch of Irkutsk National Research Technical University, Usolie-Sibirskoe, Russian Federation

Abstract. Modern computer technologies can be used at all stages of the learning process: when explaining new material, consolidating, repeating, when performing practical work. The article discusses the role of computer simulation in the performance of research work by students. The relevance of the chosen topic for research lies in the fact that the processes of gravitational settling of particles are widespread in nature and technology. Examples are the deposition of impurities in industrial water treatment, the purification of emissions from fuel combustion at thermal power plants, etc. This type of design work helps to model the most accurate and visual physical processes and phenomena. This helps to increase the cognitive activity and interest of students. Students can change the initial parameters of physical processes at their own discretion, observe how the physical phenomenon itself changes as a result, analyze what they see, and draw appropriate conclusions. Thus, we can say that computer simulation makes it possible to obtain visual dynamic illustrations of physical processes and phenomena, to reproduce their fine details, which often escape when observing real phenomena and experiments. The product of the research work is proposed to be used by teachers of the discipline "Technological Equipment" in a practical lesson.

Keywords: research work, information and communication technologies, computer modeling, physical processes

В данной работе рассматривается роль компьютерного моделирования при выполнении исследовательской работы студентами. Умение использовать информационно-коммуникационные технологии стало необходимо. Молодое поколение с энтузиазмом применяет средства связи, интернет и интерактивное оборудование. Соответственно, обще-

ство выдвигает определенные требования к учебным умениям выпускников среднего профессионального образования: грамотно использовать программное обеспечение, ориентироваться в большом потоке информации и выделять главное из этого потока, осваивать и использовать вновь введенные ресурсы.

Информационно-коммуникационные тех-

нологии позволяют преподавателю значительно расширить возможности предъявления разного типа информации. При дидактически правильном подходе эти технологии активизируют внимание студентов, усиливают их мотивацию, развивают познавательные процессы, мышление, внимание, формируют воображение и фантазию, проводят моделирование сложных физических процессов и объектов, осуществляют автоматизированный контроль качества полученных знаний, реализуют технологию дистанционного и личностно-ориентированного обучения.

Студенты нашего техникума любой специальности изучают дисциплину «Технологическое оборудование» и поэтому они знакомы с теоретическим материалом по гравитационному осаждению частиц. Ими была апробирована тема исследовательской работы: «Исследование осаждение частиц в поле гравитации».

При выполнении исследовательской работы были отражены все этапы проектной деятельности: постановка проблемы, поиски способов и методов решения исследования, план исследовательской работы, прогнозирование результатов и последствий, обработка, анализ и подготовка презентации проекта.

В рамках данной исследовательской работы участники познакомились с компьютерными программами для написания математической модели осаждения частиц в поле гравитации. Выбрали наиболее приемлемую для себя программу. С помощью руководителя проекта студентами была построена упрощенная компьютерная модель осаждения частиц в гравитационном поле.

Целью данного исследования является экспериментальное определение скорости осаждения твердых частиц под действием силы тяжести в зависимости от диаметра и физических свойств частиц, от свойств жидкости и сравнение с теоретическими расчетами.

В рамках проведенного проектного исследования были поставлены задачи:

- определить физические свойства жидкостей – трансформаторного масла, глицерина, воды;
- рассчитать теоретическую скорость осаждения;

- на основании данных экспериментальной и теоретической скоростей осаждения частиц сделать вывод.

При изучении литературы по данной теме участники исследовательской работы сформулировали гипотезу, что представленная экспериментальная модель позволяет доказать то, что скорость осаждения тел совпадает с теоретически вычисленной.

Практическую часть проектной работы участники начали с подбора формулы для расчета скорости осаждения частиц.

Нами было предложено разделение участников проекта на три группы, поскольку при изучении теоретического материала студентам известно о том, что при осаждении частиц в гравитационном поле наблюдаются три режима движения частиц. Поэтому первая группа считала число Рейнольдса, критерий Архимеда и скорость осаждения тел для ламинарного режима; вторая делала расчеты для переходного режима; третья делала расчеты для турбулентного режима.

Этот вид деятельности позволяет отработать цепочку результата проекта – от поставленной цели до конечного результата. Тем самым проверить или опровергнуть гипотезу.

Скорость осаждения твердой частицы непосредственно из уравнения (1) рассчитать нельзя, т. к. неизвестно значение числа Рейнольдса, которое зависит от режима осаждения.

$$W_{oc} = \frac{R_e \cdot \mu_c}{d \cdot \rho_c} \quad (1)$$

Режим осаждения частицы можно определить по значению (2) критерия Архимеда.

$$A_r = \frac{d^3 (\rho_m - \rho_c) \rho_c g}{\mu_c^2} \quad (2)$$

где w_0 – скорость движения частицы, м/с; d – диаметр шарообразной частицы, м; ρ_c ρ_c – плотность соответственно частицы и среды, кг/м³; μ_c – коэффициент динамической вязкости среды, Па·с; g – ускорение свободного падения, м/с². (Значения плотностей и коэффициентов динамической вязкости приведены в табл. 1)

Таблица 1. Значения величин после математических расчетов

Частицы			Жидкость		
Материал	D мм	ρ_T кг/м ³	Название	$\rho_{ж}$ кг/м ³	$\mu_{ж}$ Па·с
Стальной шарик	2 мм	7856	Вода	999	$1,004 \cdot 10^{-3}$
Стальной шарик	2 мм	7856	Глицерин	1270	$1480 \cdot 10^{-3}$
Стальной шарик	2 мм	7856	Масло	880,3	$31,4 \cdot 10^{-3}$
Свинцовый шарик	2 мм	11300	Вода	999	$1,004 \cdot 10^{-3}$
Свинцовый шарик	2 мм	11300	Глицерин	1270	$1480 \cdot 10^{-3}$
Свинцовый шарик	2 мм	11300	Масло	880,3	$31,4 \cdot 10^{-3}$
Алюминиевый шарик	2 мм	2700	Вода	999	$1,004 \cdot 10^{-3}$
Алюминиевый шарик	2 мм	2700	Глицерин	1270	$1480 \cdot 10^{-3}$
Алюминиевый шарик	2 мм	2700	Масло	880,3	$31,4 \cdot 10^{-3}$

При математических расчетах использовали шарик диаметром 2 мм. Меняли материал: сталь, алюминий, свинец. Жидкости также брали разные: вода, трансформаторное масло, глицерин. Из табл. 2 видно, что скорость осаждения самая большая при турбулентном режиме осаждения, а самая маленькая при ламинарном.

По численному значению критерия Ar определяется гидродинамический режим осаждения и расчетное выражения для определения числа Re :

– при $Ar \leq 36$ режим осаждения – ламинарный.

В этом случае $Re = Ar/18$;

– при $36 < Ar \leq 83000$ режим осаждения – переходный.

В этом случае $Re = 0,152 \cdot Ar^{0,715}$;

– при $Ar > 83000$ режим осаждения – турбулентный.

При этом $Re = 1,74Ar^{0,5}$

По найденному значению критерия Рейнольдса рассчитывается (3) скорость осаждения:

$$W_{oc} = \frac{Re \cdot \mu_c}{d \cdot \rho_c} \quad (3)$$

Рассчитываем критерий Архимеда (4) по формуле:

$$Ar = \frac{d^3 (p_m - p_c) p_c g}{\mu_c^2}, \quad (4)$$

где d – диаметр тела; p_m – плотность тела (железо, алюминий, свинец); p_c – плотность среды (вода, масло, глицерин); μ_c – динамическая вязкость (вода, масло, глицерин).

Таблица 2. Значения величин после математических расчетов

Скорость осаждения		Ar	Re	Режим осаждения
W_{oc}	W_{occp}			
0,62	0,56	535455,26	1243,975	турбулентный
0,76		801191,70	1521,67	турбулентный
0,31		132829	619,58	турбулентный
0,23	0,27	488785	12,72	переходный
0,3		730,1054	16,94	переходный
0,21		127,5058	11,56	переходный
0,009	0,123	0,299	0,0166	ламинарный
0,15		0,456	0,025	ламинарный
0,21		0,065	0,036	ламинарный

Сопоставляя полученные математические вычисления и экспериментальные значения скоростей, участники исследовательской работы видят то, что они оказываются одинаковыми. Тем самым представленная экспериментальная модель позволяет доказать то, что скорость осаждения тел совпадает с теоретически вычисленной. Гипотеза подтвердилась.

Дополнительные сведения, полученные студентами в процессе исследовательской работы, заключаются в том, что они познакомились с процессом моделирования физического процесса.

Результат данной работы связан с решением целого ряда задач развития технического образования. Автоматизированные обучающие системы могут применяться как дополнение и пояснение лекционного материала для текущего контроля знаний на практических занятиях при моделировании конкрет-

ных задач. Поэтому системы, созданные с использованием компьютерных технологий, относятся к специфическому виду технических средств обучения.

Таким образом, можно сказать, что компьютерное моделирование дает возможность получать наглядные динамические иллюстрации физических процессов и явлений, воспроизводить их тонкие детали, которые часто ускользают при наблюдении реальных явлений и экспериментов; визуализации не реального явления природы, а его упрощенной модели, недостижимой в реальном физическом эксперименте.

Ценность исследовательской работы заключается в том, что визуализация физического процесса с помощью компьютерного моделирования к побуждает развитию познавательного интереса студентов, помогает более успешному усвоению теоретического материала.

Список источников

1. Байбородова Л.В., Серебренников Л.Н. Проектная деятельность школьников в разновозрастных группах. М.: Просвещение, 2013. 175 с.
2. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. Екатеринбург: Деловая книга, 1996. 344 с.
3. Васильев В. Проектно-исследовательская технология: развитие мотивации // Научные исследования: теория, методика и практика: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Чебоксары, 19 ноября 2017 г.). Чебоксары, 2017, Т. 1. С. 177–180.
4. Вебер С.А. О механизме реализации личностных ресурсов старшеклассников через проектную деятельность // Воспитание школьников. 2013. № 1. С. 16–23.
5. Глухарева О.Г. Влияние проектного обучения на формирование ключевых компетенций у учащихся старшей школы // Стандарты и мониторинг в образовании. 2014. № 1. С. 17–24.
6. Громыко Ю.В. Понятие и проект в теории развивающего образования В. В. Давыдова (Филос.-психол. основы теории В.В. Давыдова) // Рос. акад. образования. 2000. № 2. С. 36–43.
7. Иванова М.В. Опыт педагогического сопровождения проектной деятельности школьников // Школа и производство. 2013. № 4. С. 3–7.
8. Игнатъева Г.А. Проектные формы учебной деятельности обучающихся общеобразовательной школы // Психология обучения. 2013. № 11. С. 20–33. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niro.nnov.ru/?id=26632> (04.01.2023).
9. Каримуллина О.В. Развитие проектно-исследовательской деятельности учащихся // Управление качеством образования. 2013. № 6. С. 59–65. [Электронный ресурс]. URL: <https://uko.effektiko.ru> (23.02.2023).
10. Комиссарова О.А. Оптимизация учебного процесса на основе метода проектов // Среднее профессиональное образование. 2013. № 2. С. 15–18.

Информация об авторах / Information about the Authors

Донцов Николай Олегович,
студент,
Химико-технологический техникум,
филиал Иркутского национального
исследовательского
технического университета,
665462, г. Усолье-Сибирское,
просп. Комсомольский, 65,
Российская Федерация
uhtt@istu.edu

Nikolai O. Dontsov,
Student,
Chemical-Technological College,
Branch of Irkutsk National
Research Technical University,
Komsomol'skij pr., Usolie-Sibirskoe 665462,
Russian Federation
uhtt@istu.edu

Любовь Евгеньевна Гладышева,
преподаватель физики высшей категории,
Химико-технологический техникум,
филиал Иркутского национального
исследовательского
технического университета,
665462, г. Усолье-Сибирское,
просп. Комсомольский, 65,
Российская Федерация
gladyshevaaa1956@mail.ru

Liubov E. Gladysheva
Lecturer,
Chemical-Technological College,
Branch of Irkutsk National
Research Technical University,
Komsomol'skij pr., Usolie-Sibirskoe 665462,
Russian Federation
gladyshevaaa1956@mail.ru

Сравнительная характеристика физической подготовленности студенток ИРНИТУ первого курса разных годов обучения

© Е.Н. Залуцкая, Е.А. Койпышева

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

Аннотация. Нынешняя стратегия высшего образования, в связи со значительным ухудшением физического здоровья обучающихся, должна быть направлена не только на получение знаний, но и на создание условий для сохранения и укрепления физических кондиций. Одной из важных задач педагогического процесса в вузах является необходимость нового качества формирования ЗОЖ у обучающихся, создание инновационных, более индивидуализированных подходов, существенно дополняющих обязательный учебный процесс и отвечающих современной концепции образования, целью которой становится сам человек, его здоровье, интересы и потребности. При контроле их физического здоровья необходимо использование мониторинговых технологий. В исследовании представлены данные физической подготовленности первокурсниц (300 девушек) Иркутского национального исследовательского технического университета разных (2013, 2017 и 2021) годов поступления в вуз. Особое внимание в исследовании уделяется результатам тестирования девушек 2021 года поступления и сравнению их результатов с характеристиками физической подготовленности студенток, поступивших в 2013 и 2017 годах. Акцент сделан на связи снижения двигательных кондиций у студенток, поступивших в вуз в 2021 году, с вероятным практическим отсутствием двигательной активности во время COVID-19.

Ключевые слова: физическая подготовленность, студентки, гибкость, сила, скоростная выносливость, ловкость

Comparative Characteristics of First-Year INRTU Female Students' Physical Fitness in Different Study Years

© Ekaterina N. Zalutskaja, Elena A. Koipysheva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The current strategy of higher education, due to a significant deterioration in the physical health of students, should be aimed not only at gaining knowledge, but also at creating conditions for maintaining and strengthening physical health. One of the important tasks of the pedagogical process in universities is the need for a new quality of formation of a healthy lifestyle among students, the creation of innovative, more individualized approaches that significantly complement the compulsory educational process and meet the modern concept of education, the purpose of which is the person himself, his health, interests and needs. When monitoring their physical health, it is necessary to use monitoring technologies for its study. The article presents data on the physical fitness of first-year students (300 girls) of the Irkutsk National Research Technical University (INRTU) of different (2013, 2017 and 2021) years of admission to the university. The article pays special attention to the results of testing girls in 2021 admission and comparing their results with the characteristics of physical fitness of students enrolled in 2013 and 2017. This decrease in their physical condition is due to the likely practical absence of physical activity in the period from March to August 2020 due to self-isolation due to covid-19.

Keywords: physical fitness, female students, flexibility, strength, speed endurance, agility

В связи с самоизоляцией во время COVID-19, в 2020 году у молодежи наблюдался мало-подвижный образ жизни, что напрямую повлияло на их здоровье. Для того чтобы организм мог стойко переносить воздействия неблагоприятных для него факторов, нужна достаточно развитая физическая подготовленность. Физическая подготовка – это процесс, направленный на воспитание физических качеств и развитие

функциональных возможностей, создающих благоприятные условия для их совершенствования. Ее результатом является физическая подготовленность, достигаемая в овладении двигательными навыками и в развитии физических качеств с одновременным увеличением физиологических резервов организма, обусловленных повышением уровня дееспособности его функциональных систем [1, 2].

Для подготовки высококвалифицированных специалистов в вузах необходимы организационно-педагогические условия стимулирования и реализации двигательной активности студентов. В Иркутском национальном исследовательском техническом университете (ИРНИТУ) для этого используется программа по дисциплине «Элективный курс по физической культуре и спорту» (Аэробика), которая включает в себя использование методик фитнес-аэробики, направленных на овладение системой практических умений и навыков, оптимизацию физического здоровья девушек, включающего в себя физическое развитие и подготовленность. Программа также позволяет восстанавливать силы, затраченные в процессе учебы, организует активный досуг и повышает устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Программа таких занятий позволяет повысить эффективность учебного процесса по предмету и более полно реализовать поставленные задачи с учетом интересов занимающихся, способствует приобретению ими опыта творческого использования физкультурно-спортивной деятельности для достижения жизненных и профессиональных целей. Успешное освоение образовательной программы в университете направлено на улучшение состояния физического здоровья обучающихся [3–6].

Результаты тестирования при проведении мониторинга их физической подготовленности были обработаны методом вариационной статистики. С помощью параметрического *t*-критерия Стьюдента оценивалась достоверность различий средних величин полученных данных [7].

Цель исследования – выявление динамики изменения активной гибкости позвоночника и тазобедренных суставов, скоростно-силовых качеств мышц сгибателей туловища, скоростной выносливости и ловкости, связанных с изменением направления движения и чередования ускорения и торможения студенток.

Методы исследования. В работе представлены данные мониторинга физической подготовленности 300 первокурсниц ИРНИТУ разных годов поступления (2013, 2017 и 2021). Результаты тестирования являются входным

мониторингом, позволяющим преподавателям кафедры физической культуры получить оценку исходного уровня параметров его развития, что важно для контроля учебного процесса в условиях более индивидуального подхода. Следует учитывать, что уровень физической подготовленности, с которым студентки поступают в вуз, является основой для дальнейшего их самосовершенствования [8].

Для оценки уровня развития активной гибкости позвоночника и тазобедренных суставов использовался тест «наклон туловища вперед, стоя на гимнастической скамье»; скоростно-силовой выносливости мышц сгибателя туловища – тест «подъем туловища из положения лежа за 30 с»; скоростной выносливости и ловкости, связанных с изменением направления движения и чередования ускорения и торможения – тест «челночный бег 10х5 м» [9, 10].

Результаты исследования. Результаты изучения физической подготовленности студенток в конце обучения на первом курсе представлены в таблице 1, а результаты анализа ее уровня продемонстрированы в таблице 2.

Таблица 1. Физическая подготовленность студенток первой функциональной (основной) группы здоровья ($M \pm m$)

Параметры \ Год	2013	2017	P1-P2	2021	P1-P3	P2-P3
Наклон стоя (см)	15,87 ± 0,69	15,4 ± 0,5 3	P> 0,0 5	13,64 ± 0,7 5	P<0, 05	P<0,0 5
Подъем туловища (количество раз)	19,19 ± 0,52	22,19 ± 0,4	P< 0,1	16,33 ± 0,4 9	P<0, 001	P<0,0 01
Челночный бег (с)	19,85 ± 0,19 6	19,38 ± 0,2	P< 0,0 5	21,33 ± 0,2	P<0, 001	P<0,0 01

При рассмотрении результатов в тесте «наклон стоя» (рис. 1) было определено, что средний уровень характеристик (15,87 ± 0,69 см) выявляется у 50 % первокурсниц 2013 года поступления, у 25 % уровень выше среднего, а у 25 % – ниже среднего.

Таблица 2. Уровень физической подготовленности студенток (%)

Год \ Уровень	Ниже среднего	Средний	Выше среднего
тест «наклон туловища вперед, стоя на гимнастической скамье»			
2013	25	50	25
2017	21	58	21
2021	22	55	23
тест «подъем туловища из положения лежа за 30 с»			
2013	21	62	17
2017	14	65	21
2021	20	59	21
тест «челночный бег 10x5 м»			
2013	23	56	21
2017	21	48	31
2021	21	60	19

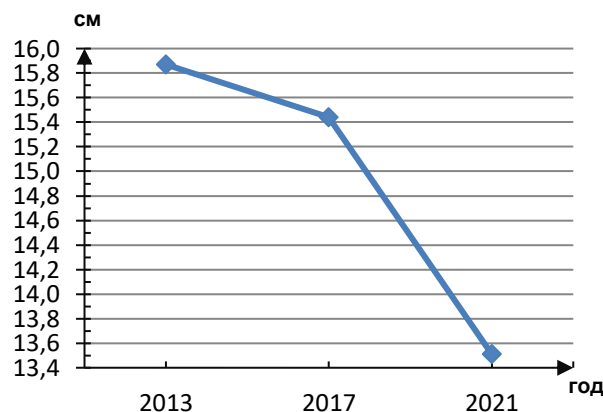
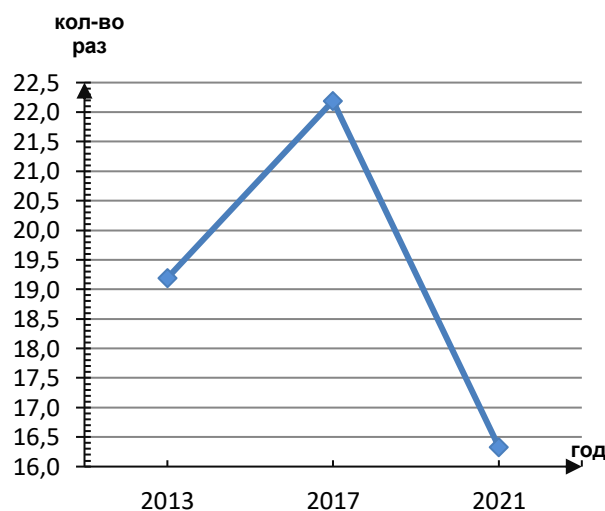
У 58 % студенток 2017 года поступления при тестировании был получен результат его среднего значения – $15,44 \pm 0,53$ см. 21 % студенток показали результат выше среднего значения и 21 % – ниже среднего.

В тесте «наклон стоя» у первокурсниц 2021 года поступления средний результат был равен $13,64 \pm 0,75$ см, и он значимо ($P < 0,05$) ухудшался по сравнению с данными у девушек 2013 ($15,87 \pm 0,69$ см), 2017 ($15,44 \pm 0,53$ см) годов поступления, он был определен у 55 % первокурсниц. Число девушек с уровнем результата ниже среднего равно 22 %. Характеристики результатов с уровнем выше среднего были отмечены у 23 % студенток, что меньше чем в 2017 году, но больше чем в 2013 году поступления в вуз.

В тесте «подъем туловища» (рис. 2) у студенток 2013 года поступления средний уровень результатов ($19,19 \pm 0,52$ раз) выявлялся у 62 % девушек, выше среднего – у 17 %, а у 21 % – ниже среднего.

У первокурсниц 2017 года поступления определено значимое ($P < 0,1$) улучшение результатов в этом тесте ($22,19 \pm 0,4$ раз) при сравнении с данными у девушек 2013 ($19,19 \pm 0,52$ раз) года поступления. Таким образом, количество студенток, показавших средний результат в этом тесте равняется 65 %, что больше их числа с уровнем выше (21 %) и ниже (14 %) среднего.

Анализ результатов у студенток 2021 года поступления показал, что в тесте «подъем туловища» зарегистрировано значимое ($P < 0,001$) их улучшение по сравнению с параметрами в 2013 ($19,19 \pm 0,52$ раза) и 2017 ($22,19 \pm 0,4$ раза) годах. Количество обучающихся со средним уровнем результата тестирования в это время ($21,33 \pm 0,2$ раза) составило 59 %, с уровнем выше среднего – 21 %, а с уровнем ниже – 20 %.

**Рис. 1.** Динамика изменения результатов в тесте «наклона стоя»**Рис. 2.** Динамика изменения результатов в тесте «подъем туловища из положения лежа»

Анализ результатов в тесте «челночный бег» (рис. 3) у девушек 2013 года поступления выявил, что у 56 % из них средний уровень равен $19,85 \pm 0,196$ с, уровень выше среднего показали 21 % студенток, а ниже среднего – 23 %.

Наилучший в этом тесте средний результат ($19,38 \pm 0,2$ с) выявлен у девушек 2017 года поступления со значимым ($P < 0,05$) улучшением по сравнению с характеристиками 2013 ($19,85 \pm 0,196$ с) и 2021 ($21,33 \pm 0,2$ с) годов. Уровень ниже среднего определен у 21 % девушек, а выше среднего – у 31 %. При этом студенток со средним уровнем результата было только 48 %.

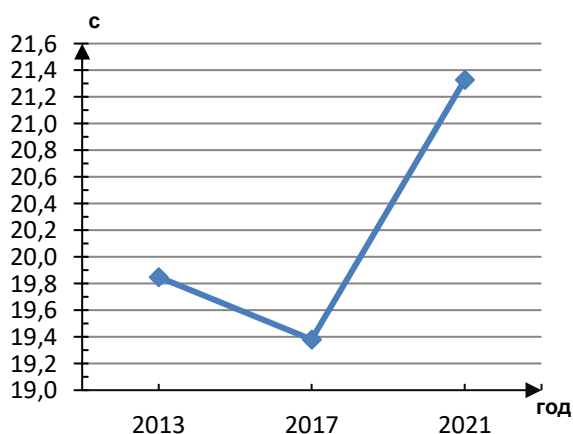


Рис. 3. Динамика изменения результатов в тесте «челночный бег 10х5 м»

Следовательно, при анализе результатов тестирования студенток 2021 года поступления отмечено, что у них выявлено наиболее значимое ($P < 0,001$) ухудшение ($21,33 \pm 0,2$ с) при сравнении с данными у студенток 2013 ($19,85 \pm 0,196$ с) и 2017 ($19,38 \pm 0,2$ с) годов поступления. Количество первокурсниц, пока-

завших в 2021 году результат ниже среднего, равняется 21 %, наряду с этим их число с результатом выше среднего упало до 19 %. Доля студенток со средним уровнем результата составила 60 %.

Таким образом, в результате анализа физической подготовленности студенток первой функциональной группы здоровья, обучающихся на первом курсе, но в разные года поступления, выявлено следующее:

- при сравнении результатов тестирования определено, что самые худшие параметры физической подготовленности отмечаются у девушек 2021 года поступления, а лучшие – у студенток, поступивших в вуз в 2013 году;

- средние результаты в тестах у первокурсниц 2021 года поступления значительно хуже, чем характеристики девушек 2013 и 2017 годов поступления.

Анализ средних результатов тестирования показал, что у студенток 2013 года поступления лучший результат в тесте «наклон стоя»; у первокурсниц 2017 года – в тестах «подъем туловища из положения лежа» и «челночный бег 10х5 м». Девушки 2021 года поступления показали наихудшие средние результаты во всех тестах. Эти данные, вероятно, обусловлены отсутствием у них двигательной активности по причине самоизоляции и последующими ограничениями физических нагрузок, связанных с противоковидными мерами и изменениями условий их жизни.

Список источников

1. Штоколов В.А. Роль физической культуры в жизни общества // Теория и методика физического воспитания и спорта. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fizkulturai sport.ru/fizvospitanie/teoriya/276-rol.html?showall=1> (10.09.2022).
2. Кошелев В.Ф., Малозёмов О.Ю., Бердникова Ю.Г., Минаев А.В., Филимонова С.И. Физическое воспитание студентов в техническом вузе. Екатеринбург: УГЛТУ; АМБ, 2015. 464 с.
3. Койпышева Е.А., Лебединский В.Ю., Койпышева М.А. Физическое здоровье (определение, смысловое содержание, перспективы изучения) // Европейский труды социальных и поведенческих наук. 2018. С. 601–605.
4. Кузьмина О.И., Лебединский В.Ю., Кудрявцев М.Д. Мониторинг как инструмент контроля и основа проектирования образовательной среды (физическая культура) студенток // Европейские труды социальных и поведенческих наук. 2018. С. 683–687.
5. Чиркова Н.В., Рыбина Л.Д. Деятельность профкома в университете как фактор повышения двигательной активности студентов // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 1. С. 195–199. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2021/01> (07.01.2023).
6. Лебединский В.Ю., Кудрявцев М.Д., Койпышева Е.А., Колесникова А.Ю., Савчук А.Н. Физическое здоровье студенток вуза при разных технологиях их физического воспитания // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22. № 2. С. 140–149.

7. Кулакова А.Н., Койпышева Е.А, Артемьева М.А. Динамика изменений физической подготовленности студентов технического вуза в зависимости от технологии их подготовки // Молодежный вестник ИрГТУ. 2021. Т. 11. № 1. С. 185–188. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2021/01> (07.01.2023).
8. Койпышева Е.А., Рыбина Л.Д., Лебединский В.Ю. Динамика физического развития студентов технического вуза (вторая функциональная группа здоровья) // Вестник ИрГТУ. 2013. № 4. С. 254–260.
9. Герасимова И.Н., Ларина М.В., Сидорова И.Ю., Лебединский В.Ю. Физическое развитие и физическая подготовленность детского населения Иркутска: монография. Кн. 2. Школьники. Иркутск: ИрГТУ. 2012. 156 с.
10. Лебединский В.Ю., Мониторинг здоровья субъектов образовательного процесса в вузах «Паспорт здоровья»: монография. Иркутск: ИрГТУ, 2008. 267 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Залуцкая Екатерина Николаевна

студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
zalutskaya03@mail.ru

Ekaterina N. Zalutskaya,

Student,
Institute of Energy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
zalutskaya03@mail.ru

Койпышева Елена Александровна

доцент,
Институт физической культуры и спорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
koip00@mail.ru

Elena A. Koipysheva

Associate Professor of Physical Education Department,
Institute of Physical Culture and Sports,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
koip00@mail.ru

Чемпионат России по летнему биатлону 2022: состав участников, особенности проведения

© А.В. Малыхин, С.А. Назаров

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

Аннотация. В качестве исследовательской задачи была определена попытка рассмотреть особенности летних соревнований по биатлону. Для решения поставленной цели представлен материал, раскрывающий данный вид спорта как олимпийский. Данное направление дополняется рассмотрением истории ее возникновения и развития биатлона. Рассмотрены виды гонок и раскрыты требования к проведению соревнований. В качестве примера соревнования по биатлону приводится Чемпионат России по летнему биатлону на лыжероллерах 2022 года, проведению которого и уделяется основное внимание в данной работе. Представлен состав основной сборной команды России и состав тренерского штаба, а также график проведения чемпионата, особенности предсоревновательного периода, подготовки спортсменов и организации соревнований. Обращается внимание на основные проблемы современного российского биатлона на примере вышеуказанного чемпионата. Кроме того, изложены описания объектов, на которых проводятся соревнования, приведены требования к оружию и инвентарю. Несмотря на то, что основное внимание в статье обращено на летний биатлон, как на менее популярную его разновидность, автор также фокусируется и на зимнем биатлоне, что важно для решения поставленной задачи.

Ключевые слова: зимний биатлон, лыжероллерный биатлон, гонка, чемпионат по биатлону, соревнования

Russian Summer Biathlon Championship 2022: composition of participants, features of the holding

Anatoly V. Malykhin, Semyon A. Nazarov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The research task is an attempt to consider the features of summer biathlon competitions. To achieve this goal, the article examines the material that reveals this sport as an Olympic one. The article considers the history of the beginnings and development of biathlon. It examines the types of races and discloses the requirements for holding competitions. The article focuses on the 2022 Russian Summer Biathlon Roller Ski Championship competition. The article presents the composition of the main Russian national team and the composition of the coaching staff, as well as the schedule for the championship, the features of the pre-competition period, the preparation of athletes and the organization of competitions. It draws attention to the main problems of modern Russian biathlon in the case of the above championship. In addition, the article provides descriptions of the objects where competitions are held, requirements for weapons and equipment. Despite the fact that the focus of the article is on summer biathlon, as its less popular variety, the author also pays great attention to winter biathlon, which is important for solving the problem.

Keywords: winter biathlon, roller ski biathlon, race, biathlon championship, competition

Биатлон – зимний олимпийский вид спорта, сочетающий лыжную гонку со стрельбой из винтовки. Наибольшую популярность биатлон приобрел в России, Германии, Норвегии и Швеции. Официальные международные соревнования по биатлону проходят с 1993 года под руководством Международного союза биатлонистов (IBU). Биатлон берет свое начало из гонки военных патрулей – вида спорта, правила проведения которого напоминают современный биатлон [9, 10].

Первые официальные соревнования в

данном виде спорта прошли в 1768 году, они были организованы пограничниками на шведско-норвежской границе. А первые крупные международные состязания состоялись на Зимних Олимпийских Играх во французском городе Шамони в 1924 году. В 1948 году была создана Международная федерация современного пятиборья (фр. *Union internationale de pentathlon moderne*, UIPM – УИПМ), которая с 1953 года начала курировать биатлон, а уже в 1954 году Международный олимпийский комитет признал биат-

лон как вид спорта [4]. Первое крупное международное биатлонное соревнование прошло в рамках Чемпионата мира в австрийском городе Зальфельдене в 1958 году. Женщины принимают участие в Кубке Мира с 1983 года.

К объектам, на которых проводятся соревнования по биатлону, предъявляются определенные требования. Они должны включать в себя площадь центрального стадиона, окруженного сетью лыжных трасс. Площадь стадиона включает в себя: стрельбище, зону старта и финиша с учетом массового старта, 150-метровый штрафной круг, зону тестирования, командные комнаты для сервис-бригад, зону для зрителей и другую необходимую инфраструктуру. Как правило, зоны старта и финиша, стрельбище, штрафной круг и зона передачи эстафеты располагаются поблизости для комфортного зрительского просмотра хода соревнований и их трансляции на телевизионных передачах.

Все стартовые лыжни размечаются указателями с номером в соответствии количеству команд в гонке. Они должны быть хорошо видны спортсменам и телевизионным камерам с передней и задней сторон.

Для индивидуальных и спринтерских гонок в зоне старта располагается хорошо просматриваемый стартовый таймер. В гонке преследования стартовые часы должны быть в каждом стартовом коридоре.

Стрельбище – ровное и горизонтальное место, где проводится стрельба во время тренировок и соревнований по биатлону. Оно окружено валами безопасности по периметру и за мишенными установками и расположено в центральной части стадиона, при этом мишени и линия стрельбы должны быть хорошо видны зрителям (рис. 1).

Территория для судей, технического персонала и участников соревнований отгорожена на расстоянии 25 м перед стрельбищем. Мишень представляет собой черный круг диаметром 115 мм. При стрельбе стоя засчитывается попадание в любую зону кружка, а при стрельбе лежа – в черный круг диаметром 45 мм. Стрельба происходит из пневматической винтовки 22-го калибра, весом до 3,5 кг и магазином, вмещающим пять патронов. Оружие должно быть оснащено меха-

низмом, блокирующим спусковой крючок, а перезарядка производится вручную.



Рис. 1. Биатлонное стрельбище

Лыжные палки для биатлона должны быть минимум на 4 см меньше роста спортсмена, они продлены до подбородка или рта. Каждый спортсмен одет в специальный цельный костюм (комбинезон), который поддерживает температуру тела и уменьшает аэродинамическое сопротивление.

В биатлоне предусмотрены следующие виды гонок: спринт (первый этап в соревнованиях), гонка преследования (пасьют), гонка с общего старта (масс-старт), индивидуальная гонка и эстафета.

Спринт:

- забег спортсменов по очереди;
- дистанция 10 км для мужчин;
- дистанция 7,5 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- штрафной круг в 150 м при промахе.

Гонка преследования:

- спортсмены стартуют в том порядке, в котором они закончили спринт;
- дистанция 12,5 км для мужчин;
- дистанция 10 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа.

Масс-старт:

- общий старт;
- участвуют 30 лучших спортсменов в текущем рейтинге за год;
- дистанция 15 км для мужчин;
- дистанция 12,5 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа.

Индивидуальная гонка:

- дистанция 20 км для мужчин;
- дистанция 15 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- штрафные минуты за промахи.

Эстафета:

- команды по 4 спортсмена;
- состоит из 4 этапов;
- дистанция 7,5 км для мужчин;
- дистанция 6 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- 3 дополнительных патрона при промахе;
- ручная перезарядка при промахе.

Летний биатлон – разновидность биатлона, в которой лыжная гонка заменена на кросс, гонку на лыжероллерах, велогонку или иной типичный для лета способ передвижения. Несмотря на то, что летний биатлон рассматривают как отдельный вид спорта, официально он не признается Всероссийским реестром видов спорта и Международным олимпийским комитетом [1, 6]. С конца 60-х годов соревнования по данному виду спорта в масштабах национальных первенств проводились во всех ведущих биатлонных странах. Первый летний чемпионат в СССР состоялся в 1969 году.

Первый Чемпионат мира по летнему биатлону прошел в австрийском поселении Хохфильцене в 1996 году. В программу соревнований была включена индивидуальная гонка и спринт. Впервые в истории чемпионаты мира стали россияне, Алексей Кобелев и Олеся Тупиленко, которые выиграли индивидуальную гонку. На следующем Чемпионате мира, который проходил в Кракове, программу соревнований изменили. Индивидуальную гонку заменили спринтом и эстафетой, добавили масс-старт. Первые состязания среди юниоров состоялись в 2000 году на Чемпионате мира в Ханты-Мансийске: россияне Тимур Нурмеев и Татьяна Моисеева завоевали по две золотых награды и стали первыми в истории чемпионами мира среди юниоров.

На Чемпионате мира, проходившем в России в 2006 году в Уфе, были разыграны комплекты медалей в соревнованиях на лыжероллерах в следующих видах: спринт и

преследование. Обе гонки выиграл Максим Чудов, у женщин обе гонки выиграла Наталья Бурдыга.

Кубок IBU по летнему биатлону проводится с 2007 года, а один из лыжероллерных этапов прошел в 2011 году в России, в городе Острове. Последний раз медали в кроссовом биатлоне разыгрывались на Чемпионате Мира в городе Оберхофе в 2009 году. С 2010 года на чемпионатах мира по летнему биатлону проводятся только лыжероллерные гонки [4, 10].

В летнем биатлоне предусмотрены следующие виды гонок: кросс, гонка преследования, индивидуальная гонка, спринт, масс-старт и эстафета.

Кросс:

- во время прохождения дистанции винтовки находятся в пирамидах на стрельбище;
- длина штрафного круга – 70 м;
- правило снятия с дистанции спортсмена, отставшего от лидера на полный круг, не применяется.

Гонка преследования:

- спортсмены стартуют в том порядке, в котором они закончили спринт;
- дистанция 6 км для мужчин;
- дистанция 5 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа.

Индивидуальная гонка:

- дистанция 7 км для мужчин;
- дистанция 6 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- штраф за промах составляет 30 сек.

Спринт:

- забег спортсменов по очереди.
- дистанция 4 км для мужчин;
- дистанция 3 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- штрафной круг в 70 м при промахе.

Масс-старт:

- общий старт;
- участвуют 30 лучших спортсменов в текущем рейтинге за год;
- дистанция 6 км для мужчин;
- дистанция 5 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;

Эстафета:

- команды по четыре спортсмена;
- состоит из четырех этапов;
- дистанция 4 км для мужчин;
- дистанция 3 км для женщин;
- 2 огневых рубежа, в положении стоя и лежа;
- 3 дополнительных патрона при промахе;
- ручная перезарядка при промахе.

В качестве примера соревнования, рассмотрим Чемпионат России по летнему биатлону на лыжероллерах 2022 года, который проходил с 24 по 27 сентября в Сочи и в городе Чайковский Пермского края (рис. 2).

Лыжно-биатлонный комплекс «Снежинка», расположенный в Чайковском, принимал лучших биатлонистов России, в числе которых: Петр Пащенко, Матвей Елисеев, Артем Смирнов, Дмитрий Мысев, Максим Цветков, Анастасия Шевченко, Ирина Казакевич и многие другие. В рамках соревнований было разыграно шесть комплектов медалей, по три у мужчин и женщин. Спортсмены принимали участие в спринте, эстафете и индивидуальной гонке. Все шесть гонок у мужчин и женщин были показаны на телеканалах холдинга «Матч ТВ» в прямом эфире. Кроме того, можно было увидеть актуальные аналитические передачи, интервью со спортсменами и прогнозы специалистов накануне соревнований. За чемпионатом также можно было следить в интернете. Помимо телевизионного канала «Матч ТВ», на YouTube и в других видеохостингах можно было смотреть сюжеты, связанные с чемпионатом.

Летний чемпионат России по биатлону 2022 года проходил в два этапа: первый – в Сочи, второй – в Чайковском, в котором принимали участие белорусские спортсмены, о чем накануне заявлял президент Союза биатлонистов России (СБР) Виктор Майгуров.

Ранее Международный союз биатлонистов отстранил от своих соревнований российских и белорусских спортсменов на фоне ситуации на Украине, а также приостановил членство СБР и Белорусской федерации биатлона. Данные решения были приняты в соответствии с рекомендацией Международного олимпийского комитета (МОК). Основной состав сборной России по летнему биатлону представлен в табл. 1.



Рис. 2. Чемпионат России 2022 года по летнему биатлону

Представитель Тюменской области, чемпион мира по биатлону в спринте, Александр Логинов снялся со второго этапа Кубка Содружества из-за болезни и пропустил чемпионат, о чем 21 сентября сообщил тренер региона Максим Кугаевский. Таким образом, шанс проявить себя получили молодые спортсмены: Евгений Идинов, чемпионы мира среди юниоров Вячеслав Малеев и Вадим Истамгулов и член сборной России Денис Таштемеров. Всего в соревнованиях выступили около 150 спортсменов. Расписание чемпионата России по летнему биатлону представлено в табл. 2.

Таблица 1. Основной состав сборной России по летнему биатлону-2022

Основной состав	Показатели
Эдуард Латыпов, 21.03.1994, г. Гродно (Беларусь)	трехкратный бронзовый призер Олимпийских игр
Максим Цветков, 03.01.1992, г. Бабаево	заслуженный мастер спорта России
Антон Бабиков, 02.08.1991, г. Уфа	чемпион мира, трехкратный чемпион Европы, заслуженный мастер спорта
Анастасия Шевченко, 11.06.1999, г. Омск	двукратная чемпионка мира среди юниоров
Ирина Казакевич, 29.10.1997, г. Бердск	заслуженный мастер спорта России
Кристина Резцова 27.04.1996, г. Москва	серебряный и бронзовый призер Олимпийских игр в Пекине

Тренерский штаб

На заседании правления Союза биатлонистов России (СБР), 6 мая 2022 года, под руководством президента СБР, Виктора Майгурова, определен состав тренерского штаба сборной России по биатлону на сезон 2022/2023:

- группы централизованной подготовки в мужской команде, Юрий Каминский и Сергей Башкиров;
- группы централизованной подготовки в женской команде, Михаил Шашилов и Артём Истомина;
- группы централизованной подготовки в юниорской сборной России, Владимир Брагин;
- главный тренер юношеской команды, Юрий Векшин.

Особенности подготовки спортсменов

Главной целью тренировочного периода выступает адаптация организма биатлониста к предстоящей высокой физической активности, повышение его выносливости, создание надежного фундамента для обеспечения хорошей атлетической формы. Занятия по гонимой и стрелковой подготовке на этом этапе имеют одинаковые пропорции. Основная задача – сформировать специфические физические навыки, характерные для спортсменов-биатлонистов. Подготовка спортсменов делится на два этапа [8]:

Межсезонная подготовка (зима, весна, конец осени):

- бег на стадионе с разной интенсивностью;
- тренировки на лыжероллерах;
- кроссовые подготовки;
- упражнение с зимними лыжами.

Упражнения по стрельбе:

- стрельба в рамках биатлона в покое и после дозированной нагрузки;
- стрельба на скорость;
- стрельба по установкам с учетом

времени и без;

- дуэльная стрельба.

Предсоревновательный период

Отличается более интенсивной направленностью всех видов тренировок для развития атлетической формы. Основной упор делается на развитие физических возможностей организма спортсмена, присущих именно летнему биатлону. При этом решаются следующие задачи: повышение общей физической подготовки биатлониста, усовершенствование лыжной подготовки и технических особенностей хода на летних лыжах, овладение техникой стрельбы в сложной обстановке, приближенной к соревновательной, укрепление скоростной выносливости, развитие волевых характеристик у спортсмена [7–9].

Главная проблема российского биатлона в 2022 году

28 февраля 2022 года Международный олимпийский комитет (МОК) рекомендовал международным федерациям не допускать к соревнованиям под своей эгидой спортсменов из России и Белоруссии, биатлонисты из этих стран были лишены права участвовать в международных стартах. Решение о приостановке членства Союза биатлонистов России (СБР) и Белорусской федерации биатлона (БФБ) в IBU было принято 29 марта. Сборная России пропустила олимпийские этапы Кубка мира и юниорский Чемпионат мира, с которого команду сняли по ходу турнира. С тех пор отстранение только продлевали. В августе исполком IBU рекомендовал в очередной раз продлить отстранение СБР и БФБ, которое должна длиться до тех пор, пока они не продемонстрируют свою полную приверженность поддержке и продвижению целей и принципов IBU. В частности, от СБР и БФБ требуется дистанцироваться от спецоперации России на территории Украины.

Таблица 2. Расписание чемпионата России по летнему биатлону

Пол \ Дата	24 сентября	25 сентября	27 сентября
Мужчины	роллеры, спринт, 10 км	роллеры, эстафета, 4x7,5 км	роллеры, индивидуальная гонка, 20 км
Женщины	роллеры, спринт, 7,5 км	роллеры, эстафета, 4x6 км	роллеры, индивидуальная гонка, 15 км

Таким образом, российский биатлон в данный момент переживает не лучшие времена, спортсменов не пускают на мировые соревнования из-за политических разногла-

сий. Несмотря на запреты, Россия имеет достаточно ресурсов для проведения качественных соревнований внутри страны.

Список источников

1. Бишаева А.А., Малков А.А. Физическая культура. М.: КноРус, 2020. 312 с.
2. Братановский С.Н., Вулах М.Г. Административно-правовой статус граждан в сфере физической культуры и спорта // Спорт: экономика, право, управление, 2015. № 3. С. 14–19.
3. Виленский М.Я., Горшков А.Г. Физическая культура. М.: КноРус, 2020. 216 с.
4. Кузнецов В.С., Колодницкий Г.А. Теория и история физической культуры. М.: КноРус, 2020. 448 с.
5. Кузнецов В.С., Колодницкий Г.А. Физическая культура. М.: КноРус, 2020. 256 с.
6. Пельменев В.К., Конеева Е.В. История физической культуры. М.: Юрайт, 2019. 184 с.
7. Михалев В.И., Аикин В.А., Корягина Ю.В., Сухачев Е.А. Медико-биологические аспекты подготовки биатлонистов: новые факты, исследования, технологии (зарубежный опыт). Научно-методическое. М.: Советский Спорт, 2014. 82 с.
8. Зубрилов Р.А. Становление, развитие и совершенствование техники стрельбы в биатлоне. М.: Советский Спорт, 2013. 352 с.
9. Баянкина, Д.Е. Организация и методика проведения тренировочных занятий биатлонистов по стрельбе. Барнаул: Алт. ГПУ, 2019. 146 с.
10. Безмельницына Н.Г. Биатлон. Омск: СибГУФК, 2015. 350 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Малыхин Анатолий Васильевич,
к.т.н., доцент,
кафедра физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
malyxin18@list.ru

Anatoly V. Malykhin,
Associate Professor,
Physical Culture Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
malyxin18@list.ru

Назаров Семен Александрович,
студент,
институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
sam.nazarov228@mail.ru

Semyon A. Nazarov
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
sam.nazarov228@mail.ru

Роль физической культуры в жизни студента. Спорт как культура воспитания

© А.Д. Симанова, Е.А. Богданова, А.И. Пономарёв

Геологоразведочный техникум Иркутского национального исследовательского технического университета,
г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема заинтересованности студентов геологоразведочного техникума (ИРНТУ ФСПО ГРТ) в занятиях физической культурой. Была затронута тема воссоздания всех необходимых условий для занятий спортом, как в высших учебных заведениях, так и в средних профессиональных. Вместе с тем для более точного анализа значения физического обучения студентов был проведен опрос с привлечением учащихся разных возрастов. Он вызвал большой отклик и показал, что физическая активность – это актуальная тема для них, а также то, что они действительно понимают необходимость физподготовки и ее важность для здоровья. По итогам опроса был сформирован вывод о том, что для институтов важно воссоздать все необходимые условия для студентов, чтобы они могли совершенствовать свои навыки в спорте. Это должно быть выполнено с условиями всех тенденций в сфере физической деятельности. Также отметим то, что студентов необходимо обучить базовым навыкам и способностям, которые они могут применить в жизни для укрепления своего физического состояния. Тем самым «физическая культура и спорт» должны формировать у студентов верный аспект к двигательной активности во время обучения в институте.

Ключевые слова: физическая активность, образ жизни, Иркутский геологоразведочный техникум, значение спорта, опрос

Physical Culture in a Student's Life. Sport as a Culture of Education

© Anastasia D. Simanova, Ekaterina A. Bogdanova, Aleksandr I. Ponomarev

Irkutsk National Research Technical University, FSPO GRT, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problem of the interest of students of the Geological Exploration College (INRTU FSP GRT) in physical education. The article touches upon the topic of recreating all the necessary conditions for sports, both in higher educational institutions and in secondary vocational schools. For a more accurate analysis of the physical education importance, a survey of different age students was conducted. The survey generated a great response and showed that physical activity is a hot topic for students, as well as that they really understand the need for physical training and its importance for health. Based on the results of the survey, the article concludes that it is important for institutions to recreate all the necessary conditions for students so that they can improve their skills in sports. This must be done with the conditions of all trends in the field of physical activity. The article notes that students need to be taught basic skills and abilities that they can apply in life to strengthen their physical condition. Thus, "physical culture and sports" should form the right aspect for students to motor activity during their studies at the institute.

Keywords: physical activity, lifestyle, Irkutsk Exploration College, importance of sport, survey

В наше время основным компонентом самочувствия, а также энергичности учащихся считается их образ жизни. Повседневные занятия физкультурой смогут повысить настроение занимающегося, сделать его крепче и исключить трудности дисциплины. Так как крепкое молодое поколение сейчас – это здоровое будущее потом.

Как правило, учащиеся, занимающиеся спортом, отличаются лидерскими свойствами и коммуникабельностью. Они активно выражают себя в процессе учебы, у них увеличи-

вается стрессоустойчивость, формируется режим дня и твердость характера. Стоит отметить, что у них также увеличивается уровень самочувствия. Физкультура считается важным компонентом, который может помочь обучающимся снять напряжение, а также улучшить собственное психологическое состояние. Также она положительно влияет на формирование мышечного каркаса.

Учащиеся не должны допускать нездоровых привычек и неправильного образа жизни, которые могут оказать отрицательное воздей-

ствии. Так как, если подойти к данному вопросу разумно, индивид способен сформировать баланс в жизни, продлить его на долгий срок, и не знать о проблемах с самочувствием. По этой причине надо показать учащимся абсолютно все нюансы здорового образа жизни, а также привить необходимость занятий спортом. Подчеркнем то, что нынешние учащиеся не придерживаются обыкновенных «стандартов» здорового образа жизни, придерживаясь малоподвижного образа жизни, с минимальными физическими нагрузками, чередующимися с пагубными привычками. Это, в свою очередь, отображается в уменьшении степени образования, а также занятости [1].

Регулярные занятия спортом¹⁻⁴ могут помочь повысить устойчивость к нагрузкам, уменьшить нервозность, усовершенствовать ключевые функции мозга, достичь наиболее высоких спортивных результатов, уменьшить волнение, усовершенствовать собственную активность, степень деятельности, повысить собственную самооценку, повысить иммунитет, усовершенствовать работу организма и улучшить качество сна. Вышеупомянутое считается одним из важных условий физической культуры в высших и средних учебных заведениях.

Кроме того, для продуктивных уроков физической культуры перед занятиями необходимо осуществлять физпробы учащихся. С помощью пробных занятий следует выявить физподготовку студентов и их работоспособность [2].

Принципиально новый подход к физическому обучению учащихся весьма существенен для увеличения авторитета физвоспитания. Необходимо выделить то, что в наше время тренировочный план физобучения улучшается за счет введения новых видов спорта. Они, в свою очередь, гарантируют ак-

тивную деятельность обучающихся, а также оказывают благоприятное воздействие на направленность физических занятий: происходит увеличение интеллектуальной деятельности ребенка, а также повышается заинтересованность к занятиям спортом [2, 3].

Однако стоит обратить внимание на студентов с особенностями физического развития. Как правило, подобные учащиеся занимаются спортом в специализированных медицинских группах, а также нередко они меньше мотивированы к занятиям². С целью установления самочувствия перед уроками физкультуры студенты обязательно проходят полное медицинское обследование. Уроки в этих специализированных медицинских группах, как правило, ведутся без сдачи нормативов и конкурсных игр. Тем самым учащиеся не имеют соревновательного характера и мотивации к занятиям физической культурой³. По этой причине для подобных ребят нужно составлять личные тренировки, а также создавать устойчивую мотивацию, кроме того, не нужно выпускать из виду отличительные свойства подобных студентов [5, 0].

Мы опросили студентов геологоразведочного техникума (ИРНИТУ ФСПО ГРТ). Всего было опрошено 150 человек. Молодые люди (42 человека) и девушки (108 человек). Первый вопрос раскрывал то, как учащиеся относятся к физической культуре. Только 5 % опрошенных дали отрицательный ответ. Большинство, 78 %, ответили положительно, осознавая воздействие физической подготовки на процесс сохранения и укрепления психофизического здоровья молодого поколения. 17 % студентам не свойственна тяга к спорту, что показывает их незаинтересованность в активной физической деятельности и то, что они не воспринимают спорт как значимую часть своей жизни (рис. 1).

¹Введение в физиологию спорта. Адаптация к физическим нагрузкам [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/10_258269_lektsiya--tema-vvedenie-v-fiziologiyu-sporta-adaptatsiya-k-fizicheskim-nagruzkam--ch.html (14.10.2022).

²Здоровый образ жизни // ОГБУЗ КАТАНГСКАЯ РБ [Электронный ресурс]. URL: <http://kat-rb.ru/zdorovyj-obraz-zhizni> (16.10.2022).

³Современный урок физкультуры [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/7_28141_sovremenniy-urok-fizicheskoy-kulturi.html (12.10.2022).

⁴Физкультурно-оздоровительная работа и развитие спорта высших достижений [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/18_59417_glava-III-fizkulturno-ozdorovitel'naya-rabota-i-razvitie-sporta-visshih-dostizheniy.html (20.10.2022).



Рис. 1. График опрошенных по первому вопросу

Для того чтобы вычислить более действенные методы вовлечения студентов к физической деятельности, сформулировали следующий вопрос: «Как заинтересовать людей заниматься спортом (физической культурой)?». Большинство (64 %) ответили, что в программу обучения необходимо внедрить альтернативу физическому воспитанию. Отметим, что не все институты могут предоставить такой выбор, т. к. такая альтернатива требует более обширной базы спортсооружений, немалых материальных затрат на закупку и обновление спортивного инвентаря при его износе, а также задействования компетентных преподавателей. В меньшинстве (36 %) были студенты, считающие, что здоровый образ жизни важен и информирование учащихся о поддер-

жании собственного здоровья и благополучия обязательно в учебных заведениях (рис. 2).

Итоги этого соцопроса демонстрируют, что для институтов чрезвычайно важно воссоздать все нужные условия, чтобы учащиеся могли всесторонне совершенствовать собственные навыки в спортивных и увеселительных мероприятиях по своему выбору. Он должен быть построен с учетом всех нынешних тенденций в сфере физической деятельности. Для этого необходимо воссоздать как можно больше дополнительных программ по физической подготовке студентов с учетом всех областных условий, в которых находится этот институт, а также профориентации учебного заведения и всех иных особенностей.



Рис. 2. График опрошенных по второму вопросу

Подводя итоги, нужно выделить, то что «физическая культура и спорт» должны формировать у студентов верный аспект к двигательной деятельности в течение всего хода учебы в институте. Физическая подготовка может помочь студентам осознать, в какой степени значима физическая активность, а также правильный образ жизни. Немаловажно обучить студентов базовым навыкам и способно-

стям, которые они могут применять в жизни с целью укрепления стабильного физического состояния. Важно стимулировать учащихся, демонстрировать заинтересованность к разным видам спорта, а также физической культуре. Будущие специалисты в собственной сфере обязаны понимать, насколько пригодятся именно эти навыки.

Список источников

1. Артюнина Г.П. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни. М.: Академический проект, 2009. 766 с.
2. Чумаков Б.Н. Основы здорового образа жизни. М.: ПО России, 2004. 416 с.
3. Бриленок Н.Б. Педагогическое сопровождение становления здорового образа жизни у обучающихся. Институт физической культуры и спорта. Саратов: Саратовский ун-т, 2019. С. 29.
4. Гурьев С.В. Технологии физического воспитания: монография. М.: Русайнс, 2020. 132 с.
5. Масалова О.Ю. Физическая культура: педагогические основы ценностного отношения к здоровью. М.: КноРус, 2016. 183 с.
6. Назарова Е.Н. Основы здорового образа жизни. М.: Academia, 2019. 536 с.
7. Дьяконов И.Ф. Основы здорового образа жизни для всех. СПб.: Спецлит, 2018. 126 с.
8. Столяров В.И., Быховская И.М., Лубышева Л.И. Концепция физической культуры и физкультурного воспитания (инновационный подход) // Теория и практика физической культуры. 2004. № 5. С. 11.
9. Раевский Р.Т., Канишевский С.М., Домашенко А.В. Физическое воспитание как составная часть образования учащейся молодежи // Теория и практика физического воспитания. 2002. № 1. С. 31–38.
10. Иванютова А.И., Емельянов Е.И., Костарев А.Ю. и др. Здоровое поколение – сильный регион. Уфа: БГПУ, 2017. 133 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/105310?category=4775&publisher=0> (13.02.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Симанова Анастасия Дмитриевна,
студент,
Геологоразведочный техникум,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
s.anv@bk.ru

Anastasia D. Simanova,
Student,
Geological Exploration College,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
s.anv@bk.ru

Богданова Екатерина Александровна,
студент,
Геологоразведочный техникум,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ygashme@mail.ru

Ekaterina A. Bogdanova,
Student,
Geological Exploration College,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
ygashme@mail.ru

Пonomарёв Александр Иванович,
старший преподаватель,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aleks-pon67@mail.ru

Aleksandr I. Ponomarev,
Senior Lecturer,
General Physical Training Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
aleks-pon67@mail.ru

Тематика материалов журнала Glamour

© К.П. Пивнёва, Ю.В. Вайрах

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

Аннотация. Сегодня существует большое количество печатной продукции разного вида и жанра, каждая из которых определенным образом влияет на читателя и задает конкретный стиль жизни. Массовая коммуникация, к числу продуктов которой относится глянецовый журнал, играет особую роль в формировании общественного мнения. Стоит отметить, что сегодня они считаются специфической формой издания, поскольку за долгую историю их существования выработался определенный стиль и подход к изложению информации. Глянцевые журналы участвуют в процессе создания сознания и мировоззрения своего читателя, задают стандарты и ценности. Глянцевый журнал характеризует легкость, красочность, относительная простота изложения информации. В данной статье рассмотрена тематика материалов журнала Glamour, а также подробно описаны особенности стиля и подачи материалов в глянецовых журналах. Приведены примеры некоторых тем, которые нашли отражение в заголовках журнала. Также проанализированы манипулятивные стратегии давления массовой культуры на читателя. Рассказаны основные сюжеты женского журнала.

Ключевые слова: глянецовый журнал, Glamour, массовая культура, язык, стиль

Topics Covered by Glamor Magazine

© Ksenia P. Pivnyova, Yulia V. Vayrakh

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Today there are a large number of printed materials of various types and genres, each of which in a certain way affects the reader and sets a certain lifestyle. Mass communication, which includes the glossy magazine, plays a special role in shaping public opinion. It is worth noting that today they are considered to be a specific form of publication, since a certain style and approach to presenting information has been developed over the long history of their existence. Glossy magazines are involved in the process of creating the consciousness and worldview of their reader, setting standards and values. A glossy magazine is characterized by lightness, colorfulness, and relative simplicity of presenting information. The article discusses the subject matter of Glamor magazine materials, and also describes in detail the style and presentation of materials in glossy magazines. The article provides examples of some topics that are reflected in the headlines of the magazine. It also analyzes the manipulative strategies of mass culture pressure on the reader. The article deals with the main plots of the women's magazine.

Keywords: glossy magazine, Glamour, popular culture, language, style

Современный мир характеризует большое количество источников информации. К числу таких источников информации относится печатная продукция, одной из разновидностей которой являются глянецовые журналы. Глянцевые журналы сегодня считаются специфической формой издания, поскольку за долгую историю их существования выработался определенный стиль, подход к изложению информации, к выбору тем. Они выступают частью массовой культуры, которая влияет на большое количество людей, формируя в сознании потребителя определенные ценности и стремление к конкретному образу жизни. Они также воздействуют на различные аспекты, к числу которых можно отнести и по-

требление [10]. В.И. Карасик пишет по поводу влияния массовой культуры на человека, что «суть массовой культуры состоит в особом влиянии общества как целостного организма на поведение индивидуума: чем более многочисленным является социум, с которым ежедневно контактирует отдельный его представитель, тем в большей мере поведение человека носит сугубо знаковый характер» [4].

Глянцевый журнал является настоящим феноменом последнего времени не только в области журналистики, но и в области рекламы и массовых коммуникаций. Такой журнал представляет собой издание, рассчитанное на определенную аудиторию. Одной из его задач является процесс формирования у

читателя стремления к определенному стилю жизни, а также помощь в достижении успеха через раскрытие различных аспектов современной жизни.

Он ориентирован на отдых, т. е. его целью является расслабление читателя, создание у него иллюзии постоянного праздника [10]. Основная задача – создать ощущение того, что жизнь – это праздник, и проблем на данном празднике не существует. С помощью различных средств гляцевый журнал формирует некий идеал человека, к которому каждый читатель так или иначе хочет стремиться [8].

К характеристикам гляцевого журнала сегодня относится яркая, красочная картинка, которая должна вызвать у читателя желание приобщиться к тому, что изложено в журнале, либо заполучить это, т. е. следовать тому стилю и образу жизни, который в сознании читателя формируется с помощью различных средств.

Формирование такого образа происходит с помощью самых различных элементов журнала: безусловно, с помощью содержания статей, с помощью обложки, выбора персонажей для обложки, для интервью, выбора иллюстраций, графических элементов, фотографий, выбора рекламных материалов.

Благодаря большому количеству гляцевых изданий появился термин «гляцевая журналистика». Под «гляцевой журналистикой» понимается тот контент, который используется в гляцевом журнале сегодня. Тематика такого контента ориентируется на различные группы читателей, их интересы и стиль жизни, семейное положение, возраст, сферу занятости. Статьи в современных гляцевых изданиях в основном посвящены ограниченному кругу тем: мода, покупки, дизайн, здоровье, отдых [2].

К числу особых разделов гляцевой журналистики относятся женские гляцевые издания. Считается, что именно женские гляцевые издания в меньшей степени отражают, в большей степени конструируют реальность, то есть создают ее. Женские гляцевые издания несут информационно-развлекательный характер. Их специфической особенностью является драматизация жизни, которая достигается за счет того, что в журналах часто представлены различные письма, признания,

истории людей, статьи о психологии или об отношениях [7]. Исследователи связывают это с тем, что женщины склонны к тому, чтобы жить эмоциями. Для них важно сопереживать, эмоционально вовлекаться в потребляемый ими контент. Главная особенность заключается в том, что создателям такого издания важно четко понимать свою аудиторию и использовать все возможные средства для мотивации данной аудитории.

Журнал *Glamour* – это женский журнал XXI века, главной особенностью которого является ироничное отношение к женским недостаткам, слабостям и возможность оставаться собой. Журнал пользуется огромным успехом, он набрал высокий рейтинг среди женщин. Читательницами журнала *Glamour* являются более 32 млн женщин от 16 до 45 лет из 17 стран. Популярность этого издания заключается в том, что формат этого гляцевого издания состоит из идеального дуэта с современной женщиной *Glamour* [12].

Классической читательницей журнала *Glamour* является молодая женщина, которая берет от жизни все, умеет зарабатывать деньги и тратить их с умом, она в курсе всех женских последних новинок, пытается выглядеть стильно и ухоженно. Умеет совмещать разные социальные роли: мамы, жены, сестры и подруги. Журнал *Glamour* является проводником и наставником в мир женских иллюзий, слабостей и предпочтений.

Характерными чертами стиля *Glamour* являются эмоциональные эпитеты и превосходная степень: ультрагламурный, светский, сияющий, элегантный, исключительный, звездный, изысканный, волшебный, сверхкультурный, лучший, ведущий, блистательный, шикарный.

Аудитория журнала и его принадлежность к массовой культуре определяют его тематическое содержание [3]. К числу основных тем журнала относятся отношения между мужчиной и женщиной, различные советы по укреплению отношений, часто поднимаются темы, связанные с карьерой женщины, предоставляются обзоры на модные или популярные профессии, даются советы о том, как достичь карьерного роста. Составляющей тематического содержания журнала являются красота и уход за собой. Создаются обзоры космети-

ческих средств или средств по уходу, различные рейтинги косметических парфюмерных марок. Большую роль в тематике журнала также играет психология. В журнале часто встречаются статьи по тематике популярной психологии, затрагиваются различные проблемы, с которыми может столкнуться среднестатистический читатель журнала, представляется анализ таких проблем и способов их решения. В каждом номере также присутствует гороскоп.

Одной из самых релевантных тем является мода. Однако, поскольку данный журнал принадлежит категории массовой культуры, темы моды и стиля жизни тесно переплетаются, понятие моды трактуется в данном журнале достаточно широко. В журнале представляются мнения различных представителей модной индустрии и смежных с ней областей. Часто такая информация носит практический характер, т. е. представляет собой советы, которые в своей жизни может применить каждая читательница. Рассматривая содержательную сторону журнала, можно составить образ, к которому, по мнению создателей журнала, должна стремиться современная женщина.

Приведем несколько заголовков с обложек журнала Glamour, в которых отражаются вышеперечисленные нами темы:

- «Мечты сбываются. 116 подарков на любой вкус и кошелек»;
- «Праздник к Вам приходит. Наряды, причёски, макияж и коктейли для новогодней ночи»;
- «Цветные металлы. Макияж и маникюр с эффектом металлик»;
- «Места знать надо. Какие мышцы накачать, чтобы выглядеть идеально в самом откровенном наряде»;
- «Ягодка опять. Модные помады ягодных и винных оттенков».

К числу характеристик материалов журнала относится ирония. Часто материалы составлены на основе иронической направленности, любая тематика, какой бы серьезной она не была в журнале, представлена с юмором. Это связано с тем, что журнал претендует на роль хорошего друга или подруги, с которым можно поговорить, от которого можно принять совет. Именно поэтому основ-

ная часть материалов построена именно таким образом. Кроме того, это способствует легкости его восприятия.

Тематическое содержание журнала направлено на достижение одной цели: привлечь читателя, не утруждая его сильным погружением в текст, любыми способами облегчить ему восприятие предложенной информации, а также создать иллюзию легкой и красивой жизни, в которой основными интересами являются, безусловно, те аспекты, которые относятся к основной тематике журнала. Именно с помощью этого задаются определенные стандарты поведения и стиля жизни в целом.

Анализируя тематику журнала Glamour, необходимо также обратить внимание на внетекстовые составляющие, которые также формируют его тематическое содержание. Такие материалы добавляют тексту эффективности, «упаковывают» его. В глянцевого журнала к таким элементам относится обложка, на которой расположены фотография, название, основные темы номера, реклама, фотографии внутри журнала и разнообразные графические элементы. С помощью таких внетекстовых элементов глянцевого журнала предугадывает ожидания читателя. Именно иллюстрации в глянцевого журнале способствуют выстраиванию определенной системы ценностей [1].

Одним из важных компонентов журнала является рекламный контент. Поскольку журнал Glamour принадлежит к числу изданий, направленных и ориентированных на массового зрителя, то большую часть рекламного контента составляют такие товары и услуги, которые финансово будут доступны для большей части женской аудитории. Именно поэтому на страницах журнала можно встретить рекламу косметики, уходовых средств, парфюмерии, обуви, одежды, товаров для дома и различных услуг. Такие вещи не являются предметами роскоши, они доступны среднестатистическому покупателю.

Кроме того, в каждом номере журнала присутствует интервью с какой-либо выдающейся личностью. Поскольку журнал относится к категории массовых изданий, там могут появляться не только известные успешные личности, актеры, представители модной ин-

дустрии и шоу-бизнеса. На страницах журнала могут появляться также обычные люди, которые попали в данный журнал на основе какого-либо достижения. Использование такого приема позволяет создателям журнала показать, что каждая из читательниц может оказаться на месте этого героя, что между ними нет большой разницы. Именно поэтому читательница может идентифицировать себя с героем или героиней журнала, тем самым доверяя изложенному материалу, позволяя ему проникать в свое сознание и участвовать в формировании своего мировоззрения.

По своему тематическому содержанию журнал представляет собой издание о моде и красоте для широкой аудитории с большим количеством рекламного материала. Основной задачей журнала является создание материалов для быстрого ознакомления, особенностью подачи материала является ориентация на его практическое применение [3]. Журнал делает акценты на то, чтобы максимально заслужить доверие своей целевой аудитории, таким образом, в основе изложения материала – иронично дружелюбная подача.

С точки зрения тематики журнала можно выделить два основных направления: практическая и гедонистическая [8]. С практической точки зрения читательница журнала хочет узнать полезную информацию о приобретении нужных товаров, о современных модных тенденциях, о том, как правильно строить отношения или карьеру, получить какой-либо психологический совет. Для читателей журнала важно применить эти знания на практике. Второе тематическое направление является гедонистическим, т. е. направленным на получение удовольствия и отдых. Для этого существует также ряд контента, к числу которого можно отнести юмористические статьи, обзор киноновинок, интервью.

Основной задачей журнал видит необходимость отвечать интересам современной женщины, именно поэтому этот фактор диктует формат построения материала в журнале. У журнала есть девиз о том, что *Glamour* – это больше, чем журнал, соответственно, уже даже в рамках этого девиза он претендует на то, чтобы стать не просто развлекательным или информационным чтением, а стать

неким путеводителем по современной жизни, предоставляя все возможности для читательниц получить всю необходимую им для жизни информацию, именно в данном журнале, в данном издании [11]. Таким образом, это стремление, эта цель также прослеживается и в том как представлен материал, поскольку журнал ставит своей задачей отразить все стороны жизни, которые могут быть интересны современной женщине.

Также важно обратить внимание на способ подачи и распределения материала. Материал выстроен таким образом, чтобы у читательниц изначально сформировался определенный образ, затем зарождалось желание, стремление либо получить этот образ, либо превратиться в него [1]. Следующим этапом данной цепочки является воплощение этого образа. В процессе чтения журнала информационные статьи, различные тексты, интервью, рекламные материалы, иллюстрации, расположены таким образом, чтобы формировать этот круг от возникновения до предоставления читательнице определенной идеи и доведение ее до того, чтобы она захотела что-либо приобрести [4]. Реклама является одним из основных составляющих каждого номера журнала, поскольку часто публикуются определенные товары с указанием конкретных мест и магазинов, в которых данные товары можно приобрести. Шоппинг является одной из составляющих гламурного образа жизни, именно поэтому он таким образом всячески пропагандируется в журнале. Рекламный контент является одним из способов зарабатывания средств для журнала, именно по этой причине усиливается его рекламная составляющая.

В современном обществе понятия «мода», «глянец», «стиль» являются популярными. Глянцевый журнал представляет собой одно из важных средств передачи модных образов, стиля и информации, т. е. определенного общения. Каждый читатель имеет возможность приобщиться к этому миру или посмотреть на него. Для одних он является подтверждением их статуса, для других – раздражителем. Журнал *Glamour* является одним из ярких представителей глянцевого журналистики, который ориентирован на массового читателя и потребителя. Его принадлежность к глянце-

вой журналистике определяет список тем, бор персонажей для интервью, а также выбор способы изложения и подачи информации, от- рекламного материала.

Список источников

1. Буряковская В.А. Глянцевый журнал как феномен массовой культуры: речевое и прагматическое представление // Политическая лингвистика. 2012. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/glyantsevyu-zhurnal-kak-fenomen-massovoy-kultury-rechevoe-i-pragmaticheskoe-predstavlenie/viewer> (15.02.2023).
2. Голикова К.В. Рекреативная функция женских глянцевых журналов // Вестник Башкирского университета. 2017. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekreativnaya-funktsiya-zhenskih-glyantsevyh-zhurnalov> (17.01.2023).
3. Гудова М.Ю., Ракипова И.Д. Женские глянцевые журналы: хронотоп воображаемой повседневности. Екатеринбург: Уральский университет, 2010. 238 с.
4. Карасик В.И. Языковая кристаллизация смысла. М.: Гнозис, 2010. 351 с.
5. Ким, М. Н. Очерк: Теория и методология жанра: учебное пособие. СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2000. 168 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://evartist.narod.ru/text/71.htm> (19.01.2023).
6. Луман Н. Реальность массмедиа / пер. с нем. А.Ю. Антоновского. М.: Праксис, 2005. 256 с.
7. Маклюэн М. Понимание медиа: внешние расширения человека. М.: Кучково поле, 2007. [Электронный ресурс]. URL: <https://gtmarket.ru/library/basis/3528/3563> (23.01.2023).
8. Нафталиева В.О. Влияние современных СМИ на молодёжь // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2011. № 2. С. 182–195. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17335912> (01.02.2023).
9. Ромах О.В., Слепцова А.О. Глянцевый журнал как жанр современной массовой культуры // Аналитика Культурологии. 2008. № 3. С. 247–250.
10. Смеюха В.В. Типологическая характеристика современных российских журналов для женщин // Аналитика Культурологии. 2012. № 3. С. 166–173.
11. Эббот С.М. Женские глянцевые журналы в глобальном медиа-пространстве // Вопросы теории и практики журналистики. 2012. № 2. С. 58–61.

Информация об авторах / Information about the Authors

Ксения Павловна Пивнёва,
студент,
Институт экономики управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kpivnyova23102001@gmail.com

Ksenia P. Pivnyova,
Undergraduate,
Institute of Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
kpivnyova23102001@gmail.com

Юлия Викторовна Вайрах,
заведующий кафедрой
рекламы и журналистики,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
vayrakh@yandex.ru

Yulia V. Vayrakh,
Head of Advertising and Journalism Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
vayrakh@yandex.ru

Особенности гражданского иска в уголовном процессе: вопросы теории и практики

© А.Е. Чмыхова, М.А. Днепровская

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы теоретических и практических аспектов при рассмотрении и разрешении гражданского иска в уголовном процессе. Авторы дают понятие гражданского иска в уголовном процессе, исследуют структуру, которая состоит из содержания, предмета и основания гражданского иска в уголовном процессе. Подчеркивают, что на протяжении всего своего существования гражданский иск в уголовном процессе вызывает споры и дискуссии среди ученых, юристов о необходимости и актуальности существования данного института в уголовном процессе. Авторы статьи выделяют наиболее распространенные проблемы, выявленные на практике, проводят анализ правоприменительной практики, статистических сведений о деятельности федеральных судов общей юрисдикции и мировых судей за 2018–2022 гг., что позволяет наглядно рассмотреть негативные тенденции возмещения вреда, причиненного преступлением, что является нарушением прав потерпевших и лиц, совершивших преступления. Авторы предлагают решить обозначенные проблемы путем совершенствования уголовно-процессуального законодательства, а также путем повышения правовой грамотности и ответственности лиц, осуществляющих предварительное расследование по уголовным делам. Представляется необходимым выделить нормы, регулирующие гражданский иск в уголовном процессе в одну статью.

Ключевые слова: гражданский иск, уголовное дело, уголовный процесс, уголовное судопроизводство, моральный вред, имущественный вред, преступление

Features of a Civil Claim in Criminal Proceedings: Issues of Theory and Practice

© Alexandra E. Chmyhova, Marina A. Dneprovskaya

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses the problems of theoretical and practical aspects in the consideration and resolution of a civil claim in criminal proceedings. The authors give the concept of a civil claim in criminal proceedings; explore the structure, which consists of the content, subject and basis of a civil claim in criminal proceedings. They emphasize that throughout its existence, a civil claim in criminal proceedings causes disputes and discussions among scientists, lawyers about the necessity and relevance of the existence of this institution in criminal proceedings. The authors of the article identify the most common problems identified in practice, analyze law enforcement practice, and provide information on the activities of federal courts of general jurisdiction and magistrates for 2018-2022, which allows us to clearly consider the negative trends in compensation for damage caused by a crime, which is a violation of the rights of victims and persons who committed crimes. The authors propose to solve these problems by improving the criminal procedure legislation, as well as by increasing legal literacy and responsibility of persons conducting preliminary investigations in criminal cases. It seems necessary to single out the rules governing a civil claim in criminal proceedings in one article of law.

Keywords: civil suit, criminal case, criminal process, criminal proceedings, moral damage, property damage, crime

Права и свободы человека, гражданина или юридического лица находятся под охраной норм действующего законодательства. Физические или юридические лица могут в письменной форме обратиться в судебном порядке для защиты нарушенных прав и законных интересов, охраняемых законодательством Российской Федерации. Требования могут быть различными. В частности, потерпевшие вправе обратиться с заявлением о

возмещении имущественного или морального вреда, причиненного преступлением.

Актуальность и важность проблемы возмещения вреда, причиненного преступным посягательством, подтверждена многочисленными работами ученых и правоприменителей [1].

В силу ст. 44 УПК РФ гражданским истцом является физическое или юридическое лицо, предъявившее требование о возмещении

имущественного вреда, при наличии оснований полагать, что данный вред причинен ему непосредственно преступлением. Решение о признании гражданским истцом оформляется определением суда или постановлением судьбы, следователя, дознавателя. Гражданский истец может предъявить гражданский иск и для имущественной компенсации морального вреда¹.

Целью данного иска является восстановление имущественного положения физических и юридических лиц, которые понесли ущерб вследствие преступного деяния [2].

Следует отметить, что гражданский иск в уголовном судопроизводстве является особым институтом. Он соединяет между собой уголовно-процессуальные и гражданско-процессуальные отношения [3]. На протяжении всего своего существования гражданский иск в уголовном процессе вызывает споры и обсуждения среди ученых, юристов о необходимости и актуальности данного института.

Так, Е.А. Бубнова отмечает, что гражданский иск – это требование физического или юридического лица о возмещении имущественного вреда (ущерба), причиненного преступлением, предъявленное в процессе досудебного разбирательства к обвиняемому и (или) к лицам, которые обязаны нести материальную ответственность за его действия [4].

А.А. Смолягин считает, что под гражданским иском в уголовном процессе следует понимать письменное требование физического или юридического лица, содержащее информацию о возмещении ущерба, который был причинен преступлением [5].

Представляется, что можно дать следующее понятие определению гражданского иска в уголовном процессе. Гражданский иск в уголовном процессе – это осуществляемое в письменной форме требование физических или юридических лиц о возмещении имущественного вреда, а также об имущественной компенсации морального вреда, причиненного совершенным преступлением, к обвиняемому или лицам, несущим материальную ответственность за его действия.

Вместе с тем отсутствует единое мнение в вопросе о допустимости рассмотрения гражданского иска в рамках уголовного судопроизводства, поскольку его правовое регулирование содержится в различных нормах. Уголовно-процессуальные нормы, регулирующие порядок рассмотрения гражданского иска в рамках уголовного судопроизводства, не систематизированы и носят разрозненный характер [6].

Представляется предпочтительным рассмотрение гражданского иска сразу при рассмотрении уголовного дела здесь и сейчас в одном судебном заседании, в котором рассматривается уголовное дело по существу. Рассмотрение гражданского иска в рамках уголовного процесса имеет ряд преимуществ. К примеру, ускоряет восстановление имущественных прав и законных интересов потерпевших, экономит время, а также денежные средства, поскольку суду не приходится дважды исследовать обстоятельства дела и повторно вызывать одно и то же лицо для явки в суд.

УПК РФ не регулирует содержание и форму искового заявления. Думается, что заявление должно соответствовать требованиям, предъявляемым к исковому заявлению (ст. 131 ГПК РФ)². К числу таких требований относятся данные о фамилии и имени гражданского ответчика. Вместе с тем возможны ситуации, когда лицо, совершившее преступление, еще не известно, равно как и не известно лицо, которое впоследствии станет гражданским ответчиком. В таком случае следователь (дознаватель) обязан принять заявление и признать заявителя гражданским истцом, поскольку это необходимо для защиты его прав. В дальнейшем, по факту установления лица, совершившего преступление, гражданскому истцу стоит лишь указать конкретное имя гражданского ответчика.

Структура гражданского иска в уголовном процессе состоит из содержания, предмета и основания.

В содержание гражданского иска входят процессуальные действия или процессуаль-

¹ Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 г. № 174-ФЗ (ред. от 14.07.2022 г., с изм. от 18.07.2022 г.) // Собрание законодательства РФ. 2001. № 52 (ч. 1). Ст. 4921.

² Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 г. № 138-ФЗ (ред. от 31.07.2020 г.) // Принят Государственной Думой 23.10.2002 г. // ст. 131.

ные решения следователя, дознавателя или суда, на основании требования истца в гражданском иске.

Предмет и основание являются элементами гражданского иска в уголовном судопроизводстве, определяющими его содержание. Предмет гражданского иска составляет требование о возмещении за вред, непосредственно причиненный преступлением, который, в свою очередь, дифференцируется и обозначается теми благами, которые подверглись отчуждению, уничтожению, повреждению или удалению [7].

Предмет гражданского иска в уголовном процессе делится на две разновидности:

- имущественный вред (ущерб, нанесенный имущественному положению юридическим или физическим лицам, который можно выразить в денежных средствах);
- моральный вред (ущерб, который влечет за собой нравственные или физические страдания, причиненные физическому лицу путем совершения действий или бездействий, посягающие на нематериальные блага, такие как жизнь, здоровье, достоинство личности и др.).

Основанием гражданского иска в уголовном процессе являются:

- наличие состава преступления;
- наличие вреда, наступившего в результате преступления или общественно опасного деяния;
- наличие причинно-следственной связи между преступлением и причиненным вредом.

Компенсация морального вреда определяется в каждом конкретном случае в зависимости от характера последствий, понесенных потерпевшим.

Гражданский иск может быть предъявлен только после возбуждения уголовного дела и до окончания судебного следствия при разбирательстве данного уголовного дела в суде первой инстанции (ч. 2 ст. 44 УПК РФ). Иными словами, право на предъявление гражданского иска в рамках уголовного процесса прекращается после вынесения приговора по уголовному делу в суде первой инстанции.

На основании доказательств суд определяет размер компенсации. Поэтому крайне важно при рассмотрении гражданского иска изучить все имеющиеся доказательства, а в случае их отсутствия принять меры по их получению, направить соответствующие запросы и др. В приговоре, помимо размера возмещения, указываются мотивы, которые обосновывают частичное или полное удовлетворение гражданского иска, в случае отказа – соответствующий мотивированный отказ. Обязательно указывается, на основании какого закона разрешен гражданский иск, и приводятся расчеты суммы, подлежащей удовлетворению [8].

Также стоит учитывать, что исходя из положений части 1 ст. 44 УПК РФ и ст. 151, 1099 ГК РФ в их взаимосвязи гражданский иск о компенсации морального вреда подлежит рассмотрению судом и в случаях, когда в результате преступления, посягающего на чужое имущество или другие материальные блага, вред причиняется также личным нематериальным правам либо принадлежащим потерпевшему нематериальным благам (например, при разбое, краже с незаконным проникновением в жилище, мошенничестве, совершенном с использованием персональных данных лица без его согласия).

Компенсация морального вреда осуществляется в денежной форме независимо от подлежащего возмещению имущественного вреда³.

Для предъявления гражданского иска в уголовном процессе действует специальный упрощенный порядок: не требуется составления искового заявления; соответствующему лицу разъясняется право на иск; выносится постановление о признании лица гражданским истцом; исковые требования уточняются в ходе расследования и судебного разбирательства по мере формирования материалов уголовного дела и предоставления истцом сведений о размере причиненного имущественного ущерба [9].

В настоящее время одними из самых распространенных проблем на практике являются:

³ Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 13 октября 2020 г. № 23 «О практике рассмотрения судами

гражданского иска по уголовному делу» // Российская газета. 2020. № 240.

- многие суды в описательно-мотивировочной части своего решения не обосновывают, в каком размере подлежит удовлетворению поданный гражданский иск, что нарушает нормы уголовно-процессуального законодательства;
- неудовлетворение гражданских исков о компенсации морального вреда при разрешении дел об имущественных преступлениях;
- дефицит практики при выборе подсудности о передаче гражданского иска в гражданский процесс;

- неудовлетворение требований, заявленных в порядке гражданского иска к лицу, которое не является обвиняемым, но которое причинило ущерб и подлежит гражданско-правовой ответственности.

Многие преступления, помимо причинения вреда публичным интересам государства, влекут нарушение частных прав граждан [10]. Что определяет другую проблему, а именно: интересы общества защищены и виновное лицо привлечено к уголовной ответственности, а физическое лицо не смогло защитить свои интересы.

Таблица. Результаты рассмотрения гражданских исков, заявленных по уголовным делам в 2022 г.

Всего рассмотрено	Удовлетворено полностью	Удовлетворено частично	Отказано в удовлетворении (ч. 2 ст. 306 УПК РФ)	Производство прекращено	Оставлено без рассмотрения	В связи с признанием права на удовлетворение гражданского иска с передачей для рассмотрения в порядке гражданского судопроизводства (ч. 2 ст. 309 УПК РФ)
91 935	52 610	19 161	3703	5887	7290	3284

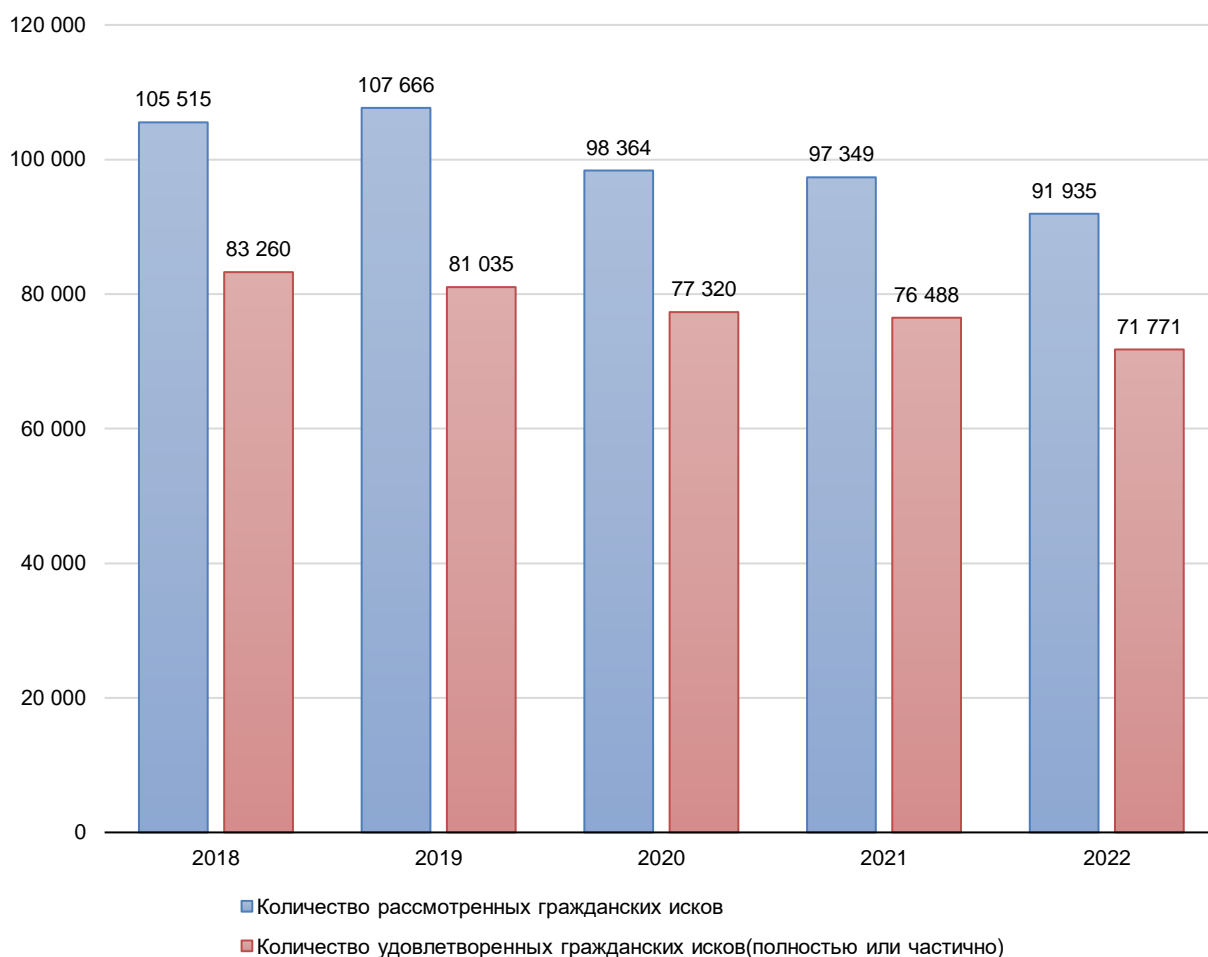


Рис. 1. Количественное соотношение заявленных и разрешенных гражданских исков по уголовным делам

Анализ правоприменительной практики, сводные статистические сведения о деятельности федеральных судов общей юрисдикции и мировых судей наглядно демонстрируют негативные тенденции возмещения вреда, причиненного преступлением, что является нарушением прав потерпевших и лиц, совершивших преступления (ответственных за них лиц), игнорирование назначения уголовного судопроизводства в целом⁴.

По данному исследованию (рис. 1) можно сделать вывод, что за истекшие пять лет показатели разрешения гражданских исков в уголовном процессе стабильно продолжают оставаться низкими и не превышают 10 % от рассматриваемых судами уголовных дел⁵.

Таким образом, можно сделать вывод, что гражданский иск в уголовном процессе призван быть не только предпочтительным, но и

действительно эффективным механизмом обеспечения компенсации причиненного вреда и возмещения ущерба, причиненного преступлением, а также восстановления нарушенных прав потерпевших (гражданских истцов).

Но проблемы непрофессионализма правоприменителей в части предъявления и обеспечения гражданского иска в уголовном процессе существенно препятствуют успешному функционированию данного института в уголовном процессе. Решать обозначенные проблемы необходимо комплексно, путем совершенствования уголовно-процессуального законодательства и повышая правовую грамотность и ответственность лиц, осуществляющих предварительное расследование по уголовным делам. Представляется необходимым выделить нормы, регулирующие гражданский иск в уголовном процессе в одну статью.

Список источников

1. Сагалаева Е.П. Гражданский иск потерпевшего в уголовном процессе и возмещение ему вреда, причиненного преступлением: проблемы реализации // Юридический факт. 2020. № 90. С. 5–7.
2. Баранова П. К вопросу о гражданском иске в уголовном судопроизводстве // Форум молодых ученых. 2020. № 5. С. 50–53. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forum-nauka.ru/5-45-2020> (05.02.2023).
3. Шаталова П.В. Гражданский иск в уголовном процессе // Форум молодых ученых. 2019. № 1–3. С. 927–931. [Электронный ресурс]. URL: https://www.forum-nauka.ru/_files/ugd/b06fdc_eabaebc458ff4bbab20f10b1e68a59db.pdf (10.02.2023).
4. Бубнова Е.А. Гражданский иск как уголовно-процессуальный институт // Аллея науки. 2020. Т. 1. № 12. С. 537–540. [Электронный ресурс]. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/Collection_of_journals/Dekabr_Tom_1_2020isp.pdf (13.02.2023).
5. Смолягин А.А. Проблемные теоретические аспекты гражданского иска в уголовном процессе // World science: problems and innovations: сб. статей LXXI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 28 февраля 2023 г.). Пенза, 2023. С. 113–115.
6. Селютина О.Г. К вопросу о гражданском иске в уголовном процессе // Тенденции реформирования судебной системы, действующего уголовного и уголовнопроцессуального законодательства: сб. статей. (г. Орел, 23 июня 2016 г.). Орел, 2016. С. 176–181.
7. Соколов, Е.С. Предмет гражданского иска в уголовном судопроизводстве // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. № 12. С. 309–311. [Электронный ресурс]. URL: <http://intjournal.ru/istoriko-pravovye-aspekty-stanovleniya-i-razvitiya-pravovogo-regulirovaniya-ispolneniya-nakazaniya-v-vide-lisheniya-svobody-v-otnoshenii-osuzhdennyh-zhenshin/> (15.02.2023).
8. Коваленко В.А. Особенности гражданского иска в уголовном процессе России // Закон и общество: история, проблемы, перспективы. Материалы XXV Межвузовской науч.-практ. конф. студентов и аспирантов (г. Красноярск, 22–23 апреля 2021 г.). Красноярск, 2021. С. 232–235.
9. Виноградова В.А. Сущность и предмет гражданского иска в уголовном процессе // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2021. № 3. С. 194–203.
10. Лугинец Э.Ф. Гражданский иск в уголовном судопроизводстве России: понятие, нормативно-правовая база, актуальные проблемы и их разрешение // Вестник Волгоградской академии МВД России. 2022. № 3. С. 64–76.

⁴ Сводные статистические сведения о деятельности федеральных судов общей юрисдикции и мировых судей за 2022 год // Судебный департамент при Верховном Суде РФ: офиц. сайт. Разд. «Судебная статистика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79&item=7645> (10.02.2023).

⁵ Сводные статистические сведения о деятельности федеральных судов общей юрисдикции и мировых судей за 2018–2022 гг. // Судебный департамент при Верховном Суде РФ: офиц. сайт. Разд. «Судебная статистика». URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79&item=7645> (02.02.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Александра Евгеньевна Чмыхова,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Aleksandrachmyhova1@gmail.com

Alexandra E. Chmyhova,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Aleksandrachmyhova1@gmail.com

Марина Анатольевна Днепровская,
к.ю.н., доцент,
доцент кафедры юриспруденции,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dneprovskayama@ex.istu.edu

Marina A. Dneprovskaya,
Cand. Sci. (Law),
Associate of Professor of Law Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
dneprovskayama@ex.istu.edu

Шлаки сталеплавильного производства: обзор способов переработки

© 3.3. Исмоилов, А.А. Тютрин

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

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме утилизации шлака сталеплавильного производства. В работе проведен аналитический обзор методов переработки сталеплавильного шлака, образующегося в процессе получения чугуна и стали. Шлаки могут применяться в дорожном и железнодорожном строительстве в качестве наполнителя. Однако образующиеся объемы данных шлаков избыточны для данного рынка. Одним из возможных направлений использования шлака сталеплавильного производства является его повторное использование для дефосфорации стали и чугуна. Однако данное решение ограничивается накоплением в шлаке фосфора, который предварительно необходимо извлечь. Фосфор является вредной примесью в шлаках, и проведению операции его удаления уделяется большое внимание. Основными направлениями извлечения фосфора является пирометаллургические и гидromеталлургические способы. Известны способы извлечения фосфора за счет растворения его азотной кислотой при pH 3, который позволяет достичь степени рафинирования 91 %. Также возможно удаление фосфора при восстановительной плавке сталеплавильного шлака, в качестве восстановителя используют углеродсодержащие материалы, алюминий или биоотходы, такие как карбонизированная рисовая шелуха. Обогащенные фосфором продукты переработки шлаков можно использовать для производства фосфорсодержащих удобрений.

Ключевые слова: черная металлургия, шлак, сталеплавильный шлак, сталеплавильное производство, десульфурация, дефосфорация, фосфор, выщелачивание

Overview of Methods for Processing Steelmaking Slags

© Zulfikor Z. Ismoilov, Andrey A. Tyutrin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the actual problem of utilization of slag of steelmaking production. The article presents an analytical review of the methods of processing steelmaking slag formed during the production of cast iron and steel. Slags can be used in road and railway construction as filler. However, the resulting volumes of these slags are excessive for this market. One of the possible uses of steelmaking slag is its reuse for dephosphorization of steel and cast iron. But this solution is limited to the accumulation of phosphorus in the slag, which must first be extracted. Phosphorus is a harmful impurity in slags, and much attention is paid to the operation of its removal. The main directions of phosphorus extraction are pyrometallurgical and hydrometallurgical methods. There are known methods for extracting phosphorus by dissolving it with nitric acid at pH 3, which allows achieving a degree of refining of 91%. It is also possible to remove phosphorus during the reduction melting of steelmaking slag. Carbonaceous materials, aluminum or biowaste such as carbonized rice hulls are used as a reducing agent. Phosphorus-enriched slag processing products can be used for the production of phosphorus-containing fertilizers.

Keywords: ferrous metallurgy, slag, steelmaking slag, steelmaking, desulfurization, dephosphorization, phosphorus, leaching

Введение

По данным The World Steel Association мировое производство стали увеличилось примерно с 751 млн т в 1996 г. до более чем 1630 млн т в 2017 г. Одним из ведущих производителей стали является Китай – примерно 808 млн т в 2017 г., что составляет почти половину мирового производства [1]. Российская Федерация, по итогам 2019 г., входит в пятерку стран-лидеров, производящих сталь. Объем

производства стали российскими предприятиями составил 71,6 млн т [2].

Производство стали оказывает негативное влияние на окружающую среду. Основой безотходной технологии является разработка и введение принципиально новейших технологических процессов, исключаящих все виды отходов, различных безотходных технологических систем, основанных на эффективных методах переработки и циклах водного обо-

рота, а также обширное применение отходов в качестве вторичного сырья. Комплексное использование сырья особенно важно для таких материалоемких отраслей как черная металлургия, где плавка чугуна, стали и железных сплавов неизбежно приводит к большому количеству технических отходов. Из них примерно 75–80 % соответствуют шлаку, образуемому из пустых пород железокремнистого материала, флюсу, топливной золе и продуктам окисления металлов [3–4]. Образовавшиеся шлаки используют повторно при производстве стали и чугуна в качестве флюсовой добавки за счет содержащегося в них CaO в качестве частичной замены известняка и извести. Оксид кальция играет важную роль в процессе очистки стали и чугуна от серы и фосфора, переводя их в отдельный продукт – шлак. При многократном повторном использовании данного материала для десульфурации и дефосфорации в нем накапливается фосфор, который при дальнейшем использовании может перейти обратно в сталь. Поэтому наблюдается положительная тенденция роста количества исследований, направленных на поиск возможных решений и технологий переработки отходов металлургического производства. Именно поэтому актуальной проблемой для современных предприятий является модернизация и разработка эколого-экономических технологий утилизации шлаков и пыли производства стали.

Образование шлаков сталеплавильного производства

Шлак образуется в результате окисления составляющих металлической части шихты из оксидов футеровки печи, флюсов и руды. По свойствам шлакообразующие компоненты можно разделить на кислотные (SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , V_2O_5 и др.), основные (CaO , MgO , FeO , MnO и др.) и амфотерные (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_3 и др.) оксиды. Важнейшими компонентами шлака, оказывающими основное влияние на его свойства, являются оксиды SiO_2 и CaO . Ключевыми свойствами являются основность (кислотность) и окислительная способность шлака¹.

¹ Линчевский Б.В., Соболевский А.Л., Кальменев А.А. Металлургия черных металлов. М.: Металлургия, 1986. 360 с.

Простейшей оценкой основности может служить массовое соотношение содержащихся в шлаке CaO и SiO_2 . Низкоосновные шлаки имеют $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) < 1,5$, шлаки средней основности – $1,8 \div 2,2$ и высокоосновные шлаки – более 2,5. При переделе шихт с повышенным содержанием фосфора следует пользоваться выражением $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5)$. Кислотные шлаки состоят главным образом из SiO_2 (50–65 %) и некоторого количества основных оксидов FeO (10–20 %) и MnO (10–30 %) [5].

Сталеплавильные шлаки можно разделить на несколько групп, отличающихся составом и определяющих их дальнейшее использование:

- шлаки, образующиеся в начальный период плавки. Эти шлаки содержат большое количество оксидов железа (до 40 % от общего количества шлака). Железо в шлаке может быть в виде оксидов FeO и Fe_2O_3 и в виде запутавшихся в шлаке королеков железа;
- шлаки, сформировавшиеся в конце плавки (конечные шлаки). Обычно эти шлаки содержат несколько меньшее количество железа и имеют высокое значение основности ($\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 2,5–3,5$). При выплавке низкоуглеродистой стали содержание оксидов железа может быть достаточно высоким (15–20 %), однако королеков железа в них значительно меньше;
- шлаки, попадающие в сталеразливочный ковш с выпускаемой сталью. Эти шлаки в жидком состоянии содержат незначительное количество железа. На практике часто определенное количество металла, оставшегося на днище и стенках ковша после окончания разливки стали, попадает вместе со шлаком в шлаковые чаши (это так называемые скрапины). Получаемый в результате конгломерат конечного шлака и скрапин металла подвергают тщательной разделке с целью максимального извлечения железа;
- шлаки внепечной обработки (рафинировочные шлаки), характеризующиеся высокой основностью и практически не содержащие железа как в оксидной, так и металлической формах.

Как правило все образующиеся при получении стали кальциофосфатные шлаки содержат более 0,5 % фосфора. Их состав в основном определяется компонентами $FeO_n \cdot CaO$, P_2O_5 и SiO_2 .

При этом содержание отдельных компонентов может колебаться в значительных пределах в зависимости от применяемого чугуна, требуемого состава стали, обусловленного этим удельного количества шлака. Это относится к нормальному одношлаковому процессу продувки чугуна и к шлакам конца первого периода продувки при работе по двухшлаковому процессу. На рис. 1 показано положение шлаков на диаграмме состояния $FeO_n-CaO-P_2O_5-SiO_2$ при 1600 °С.

Кроме того, в зависимости от заданных технических условий шлаки в конце процесса могут быть насыщены и кальциевыми твердыми растворами. Примером может послужить фазовая структура шлаков мартеновский кислородный (ОВМ) и кислородно-конвертерный для переплава фосфористого чугуна (LDAC). Их оценивают по общему коли-

честву растворимой в лимонной кислоте фосфорной кислоты. Как наиболее легко растворимые фазы известны силикофосфатные твердые растворы и тетрасиликат кальция. Наиболее труднорастворимая часть фосфорной кислоты обычно связана в железоапатит, который может образовываться при температуре <1500 °С после окончательного затвердения богатого железом остаточного расплава. Для достижения удовлетворительной растворимости (>90 %) необходимо создать в промышленных шлаках предварительного или последующей добавкой в них песка. Содержание кремнезема определяется как силицирующий фактор SiO_2/P_2O_5 . Он должен составлять $\geq 0,3$. В какой мере наличие железистого апатита и соответствующая растворимость шлака зависят от содержания кремнезема в расплаве, можно определить на основании микрофотографий структуры, на которых сопоставлены синтетические насыщенные известью расплавы с различным силицирующим фактором.

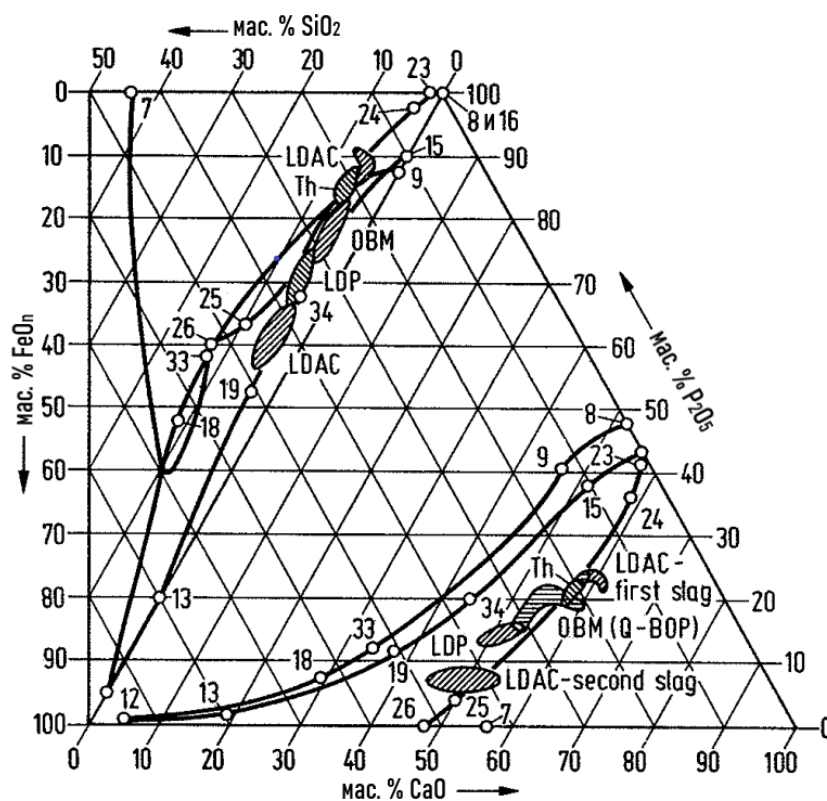


Рис. 1. Составы фосфористых сталеплавильных шлаков томасовского (Th), кислородно-конвертерного (LDP), основного мартеновского кислородного (ОВМ) и кислородно-конвертерного фосфористого (LDAC) процессов в системе $CaO-FeO_n-P_2O_5-SiO_2$ при 1600 °С [6]

Методы переработки шлаков сталеплавильного производства

Одним из ценных компонентов сталеплавильного шлака являются включения металлического железа (скрап), которые удаляются с применением магнитной сепарации [7].

Также образующиеся шлаки применяют и в других областях промышленности: строительная индустрия² [8–11], дорожное строительство [9,11,12], железнодорожное строительство, сельское хозяйство. Мелкие фракции шлака используются в качестве адсорбентов, также шлаки подвергаются вторичной переработке в доменных печах с целью извлечения дополнительного количества металла [13], шлаки доменного производства применяются для закладочных смесей горных выработок. Однако объемы образующихся отходов не позволяют их полностью утилизировать.

Одним из основных направлений использования шлака сталеплавильного производства является его повторное использование для дефосфорации стали и чугуна. Однако для этого необходимо разработать технологию, позволяющую извлекать фосфор из шлака в отдельный продукт. Фосфор является вредной примесью в шлаках, и проведению операции его удаления уделяется большое внимание. Вредное влияние фосфора определяется следующим:

- значительно расширяется двухфазная область между линиями ликвидуса и солидуса, в результате чего при кристаллизации слитка или отливки возникает сильная первичная ликвация, а также значительно сужается γ – область, что облегчает развитие сегрегации и в твердом состоянии;
- из-за относительно малой скорости диффузии фосфора в α - и γ – твердых растворах образовавшаяся неоднородность плохо устраняется методами термической обработки. Кремний, марганец, углерод и другие примеси взаимодействуют с оксидом железа, что усложняет процесс удаления фосфора, так как окисление шлака снижается [14].

В статье [15] авторы определили оптимальные условия выщелачивания азотной

кислотой, исследовав контроль за валентностью железа в шлаке и извлечение фосфора из фильтрата. При температуре рафинирования сталеплавильного шлака фосфор распределяется между жидкой фазой и фазой твердого раствора $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. Используя различия в растворимости в воде между твердым раствором и другими фазами, разработан процесс кислотного выщелачивания для отделения фосфора. Авторами было обнаружено, что при pH 3 растворяется твердый раствор $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, при этом присутствие FeO снижает коэффициент растворения фосфора. Чтобы избежать образования стекловидной фазы, было необходимо медленное охлаждение, которое подавляло растворение других фаз при этом значении pH. Выщелачивание дополнительно изучали в искусственно приготовленных сталеплавильных шлаках, представляющих собой коммерческие шлаковые удобрения. Степень растворения фосфора достигала примерно 91 %, в то время как содержание фосфора в остатке было достаточно низким. После отделения от остатка pH фильтрата повышали для осаждения фосфата. При pH 7 осаждалось более 80 % фосфора в фильтрате, и содержание фосфата в осадке составляло приблизительно 25 % после прокаливания. Были обнаружены несколько минеральных фаз, общих для всех марок: твердый раствор $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, фаза $\text{MgO} - \text{FeO}_n$, фаза $\text{CaO} - \text{FeO}_n$, свободный CaO, металлическое железо и стекловидная фаза, состав которой соответствовал жидкой фазе при температуре выплавки стали. Исследуемые материалы для изучения растворения в азотной кислоте состояли из синтеза каждой из вышеуказанных фаз, за исключением свободного CaO и металлического железа, которые были получены из сырья.

В работе [16] изучено поведение фосфора в шлаковых системах $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{Fe}_t\text{O}$ при взаимодействии с твердым Al и углеродом при 1600 °С с помощью рентгеновского аппарата (вертикальная трубчатая печь сопротивления, оснащенная системой рентгеновского контроля для наблюдения за

² Юнг В.Н., Бутт Ю.М., Журавлев В.Ф., Огороков С. Д. Технология вяжущих веществ. М.: Государственное

изд-во лит-ры по строительным материалам. 1952. 608 с.

газовой фазой в режиме реального времени). Наблюдения доказали, что газообразный фосфор из P_2O_5 -содержащего шлака в процессе удаляется, предотвращая попадание фосфора в жидкое железо. Результаты исследований показывают, что присутствие Al в шлаке снижает одновременно содержание Fe_2O_3 и P_2O_5 , при том что присутствие углерода определенной степени снижает только концентрацию Fe_2O_3 в шлаке без снижения P_2O_5 . Также было установлено, что Fe_2O_3 поглощает газообразный фосфор, и его концентрация должна быть снижена до некоторой степени во время образования фосфора. Авторы предполагают использовать двухстадийный процесс восстановления: на первом этапе снизить содержание Fe_2O_3 углеродом при сохранении практически на постоянном уровне P_2O_5 в шлаке, а затем за счет испарения Al в виде газовой фазы удалить оставшееся содержание P_2O_5 без значительного возврата фосфора в расплавленный металл.

Исследование влияния условий термической обработки и основности шлака на содержание P_2O_5 , а также на размер фазы, богатой фосфором представлено в статье [17]. При использовании железной руды с высоким содержанием фосфора образуется большое количество стального шлака с высоким содержанием фосфора, с которым трудно обращаться. Способ отделения элементарного фосфора стал ключевым вопросом при вторичной утилизации сталелитейного шлака. Эксперименты показали, что в стальном шлаке с высоким содержанием фосфора, охлаждаемом в печи, присутствуют различные фазы, богатые фосфором, фазы, богатые железом, и фазы матрицы. Принимая во внимание все факторы, были определены оптимальные условия эксперимента: температура и время выдержки $1350\text{ }^\circ\text{C}$ и 60 мин соответственно, а основность шлака – 1,8. В это время содержание P_2O_5 в фазе, богатой фосфором, достигло 24,2 %, а средний размер фазы, богатой фосфором, составил 63,51 мкм. Фазу, богатую фосфором, отделяют дроблением и магнитной сепарацией для получения фосфорсодержащих удобрений, а остаточный стальной шлак снова используют для выплавки стали, что позволяет реализо-

вать использование ресурсов стального шлака с высоким содержанием фосфора.

Одним из возможных способов извлечения фосфора из сталеплавильного шлака является восстановительная плавка. Работа [18] посвящена исследованию кинетики извлечения фосфора в газовую фазу путем восстановления. Было обнаружено, что при восстановлении P_2O_5 в конвертерном шлаке твердым углеродом до 50 % фосфата испаряется и не попадает в металлическую фазу. Экспериментальные работы проводились для определения механизма и скорости реакции фосфора в шлаке с углеродом. Результаты показали, что скорость процесса в большей степени зависит от содержания P_2O_5 и контролируется жидкофазным массопереносом P_2O_5 в шлаке (для шлака, содержащего менее 2 % P_2O_5). С увеличением содержания P_2O_5 в шлаке скорость линейно увеличивается из-за сильного перемешивания пузырьками газа. При высоком содержании P_2O_5 в шлаке химическая реакция может влиять на скорость.

Также для восстановительной плавки шлака сталеплавильного производства предлагается использовать карбонизированную рисовую шелуху в качестве восстановителя [19]. За счет восстановления высокофосфористых шлаков биомассой оба вида отходов можно утилизировать, что снизит негативное воздействие на окружающую среду. Исследования были проведены с изменением температуры, продолжительности и количества реагентов, чтобы определить оптимальные условия для реакции стального шлака с карбонизированной рисовой шелухой при высоких температурах. Фактическое количество восстановителя, израсходованного во время восстановления, было значительно больше, чем предсказывалось теоретическими расчетами. Добавление трех углеродных эквивалентов карбонизированной рисовой шелухи и выдерживание при $1500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин позволило удалить 79,25 % P_2O_5 из шлака. Получаемый продукт можно использовать для выращивания сельскохозяйственных культур. Между тем, восстановленное железо и остаточный стальной шлак могут быть использованы для повторного производства стали.

Заключение

Существуют множество способов переработки и утилизации шлаков сталеплавильного производства. В результате переработки полученный продукт, возможно использовать для сельскохозяйственных культур, фосфорсодержащих удобрений, в качестве дефосфо-

рирующего флюса, железо и остаточный стальной шлак могут быть применены для повторного производства стали. Шлаки сталеплавильного производства для отделения элементарного фосфора стали ключевыми вопросами при вторичной утилизации сталелитейного шлака.

Список источников

1. World Steel Association Steel Statistical Yearbook. (Accessed on 5 December 2019). Available online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldsteel.org> (01.02.2023).
2. Бельский С.С., Зайцева А.А., Тютрин А.А., Исмоилов З.З., Баранов А.Н., Сокольников Ю.В. Современное состояние переработки шлаков сталеплавильного производства // *iPolytech Journal*. 2021. Т. 25. № 6. С. 782–794. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2021-6-782-794> (04.02.2023).
3. Takayuki I., Chuan-ming D., Xu G., Sun-Joong K., Shigeru U., Shin-ya K. Extraction of Phosphorus from Steelmaking Slag by Selective Leaching Using Citric Acid // *ISIJ International Volume*. 2018. Vol. 58. № 7. P. 1351–1360. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2017-658> (08.02.2023).
4. Айтбаев Н.Б., Кобеген Е., Скранжевская Е.В., Боранбаева Б.М. Пути решения проблемы утилизации конвертерного шлака в металлургическом переделе // *Металлург*. 2021. № 3. С. 88–96. [Электронный ресурс]. URL: https://doi.org/10.52351/00260827_2021_03_88 (06.02.2023).
5. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В., Смирнов А.Н. Производство стали. Непрерывная разливка металла. М.: Тепло-техник, 2009. Т. 4. 528 с.
6. Allibert M. Slag atlas // *Verein Deutscher Eisen huttenleute (VDEh)*. 1995. P. 616.
7. Гимуранова Е.В., Омельчук А.А. Исследование процессов жидкофазного восстановления шлаков сталеплавильного производства в лабораторных условиях // *Вестник Юж.–Урал. гос. ун.–та*. 2017. Т. 19. № 3. С. 139–149.
8. Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В., Шекина А.Ю. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 1–2. С. 439–443.
9. Хаматова А.Р., Хохряков О.В. Электросталеплавильный шлак ОАО «Ижсталь» для цементов низкой водопотребности и бетонов на их основе // *Известия КГАСУ*. 2016. № 2. С. 221–227.
10. Tsakiridis P.E., Papadimitriou G.D., Tsvilisb S., Koroneos C. Utilization of steel slag for Portland cement clinker production // *Journal of Hazardous Materials*. 2008. Vol. 152. P. 805–811.
11. Рузавин А.А. Утилизация сталеплавильных шлаков путем ускоренной карбонизации // *Вестник ЮУрГУ. Сер. «Строительство и архитектура»*. 2018. Т. 18. № 3. С. 68–72.
12. Панковец А.И., Мироевский С. В. Утилизация электросталеплавильных шлаков // *Литье и металлургия*. 2013. № 1. С. 26–27.
13. Kabanov Yu.A., Stolyarskii O.A., Agapeev E.N. Recovering and recycling scrap from dumps containing steelmaking slags // *Metallurgist*. 2006. Vol. 50. P. 39–41.
14. Найдек В.Л., Курпас В.И., Мельник С.Г. Переработка и использование сталеплавильных шлаков // *Металл и литье Украины*. 2013. № 3. С. 3–8.
15. Iwama T., Du C.M., Koizumi S., Gao X., Ueda S., Kitamura S.-Y. Extraction of Phosphorus and Recovery of Phosphate from Steelmaking Slag by Selective Leaching // *ISIJ International*. 2020. Vol. 60. № 2. P. 400–407. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2019-298> (12.02.2023).
16. Suk M.O., Jo S.K., Kim S.H., Lee K.Y., Park J.M. X-Ray Observation of Phosphorus Vaporization from Steelmaking Slag and Suppression Method of Phosphorus Reversion in Liquid Iron // *Metallurgical and Materials Transactions B*. 2006. Vol. 37. P. 99–107.
17. Wang Z., Bao Y., Wang D., Gu C., Wang M. Study on the Effect of Different Factors on the Change of the Phosphorus-Rich Phase in High Phosphorus Steel Slag // *Crystals*. 2022. Vol. 12. P. 1030. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/cryst12081030> (15.02.2023).
18. Zhongliang W., Yanping B., Dazhi W., Min Wang. Effective removal of phosphorus from high phosphorus steel slag using carbonized rice husk // *Journal of Environmental Sciences*. 2023. Vol. 124. P. 156–164. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.10.024> (20.02.2023).
19. Ryu J.Y., Fruehan R.J., Morales A.T. Kinetics of phosphorus vaporization from slag // *Iron and Steelmaker (I and SM)*. 1999. Vol. 26, № 4. P. 59–68.

Информация об авторах / Information about the Authors

Исмоилов Зулфикор Зафарович,

аспирант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
chipa10@yandex.ru

Zulfikor Z. Ismoilov

Postgraduate Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
chipa10@yandex.ru

Тютрин Андрей Александрович,

к.т.н., доцент,
кафедра металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологии, металлургия цветных
металлов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
an.tu@inbox.ru

Andrey A. Tyutrin

Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor, Department of Non-Ferrous Metals
Metallurgy,
Institute of High Technology, Non-Ferrous Metallurgy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
an.tu@inbox.ru

Монтаж и демонтаж анодов алюминиевых электролизеров

© А.В. Ковалев, С.С. Бельский

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. Современное производство первичного алюминия электролизом криолит-глиноземного расплава основано на использовании электролизеров с предварительно обожженными анодами. Такие электролизеры имеют большой потенциал, особенно по увеличению силы тока и как следствие, производительности. Кроме того, благодаря конструкции данных электролизеров процесс улавливания отходящих газов, образующихся при электролизе, происходит достаточно эффективно. Однако при производстве алюминия существенно расходуются аноды, которые требуют своевременной и оперативной замены. Для этих целей в электролизном производстве предусмотрено анодно-монтажное отделение, которое состоит из целого ряда технологических участков, каждый из которых оснащен современным оборудованием и выполняет определенные функции. Так, анодно-монтажное отделение ПАО «РУСАЛ Братск» филиала в городе Шелехов включает в себя девять участков. От того, насколько правильно осуществляются операции демонтажа отработанных анодов и монтажа новых анодов, во многом зависит и сам процесс производства алюминия. Основным фактором, оказывающим влияние на процесс электролиза при монтаже анодов, является обеспечение минимальных значений падения напряжения в анодном узле.

Ключевые слова: обожженные аноды, огарки, анодный блок, анодно-монтажное отделение, отработанные аноды

Installation and dismantling of anodes of aluminum electrolyzers

© Alexander V. Kovalev, Sergei S. Belskii

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. Modern production of primary aluminum by electrolysis of a cryolite-alumina melt is based on the use of electrolyzers with prebaked anodes. Such electrolyzers have great potential, especially in terms of increasing the current strength and, as a result, productivity. In addition, due to the design of these electrolyzers, the process of capturing the off-gases generated during electrolysis is quite efficient. However, in the production of aluminum, there is a significant consumption of anodes, which require timely and prompt replacement. For these purposes, in the electrolysis production, an anode-assembly department is provided, which consists of a number of technological sections, each of which is equipped with modern equipment and performs certain functions. Thus, the anode-assembly department of PJSC «RUSAL Bratsk», a branch in the city of Shelekhov, includes nine sections. The process of aluminum production itself largely depends on how correctly the operations of dismantling spent anodes and installing new anodes are carried out. The main factor influencing the process of electrolysis during mounting of anodes is to ensure the minimum values of the voltage drop in the anode unit.

Keywords: baked anodes, cinders, anode block, anode assembly department, spent anodes

Введение

При производстве цветных металлов алюминиевая промышленность занимает лидирующие позиции [1–4]. Алюминий традиционно получают электролизом криолит-глиноземных расплавов в ваннах с предварительно обожженными анодами. Такая технология на сегодняшний день является наиболее перспективной и имеет большой потенциал [5]. Несмотря на множество положительных факторов данной технологии, у нее есть ряд недостатков, один из

которых связан с образованием твердых техногенных отходов, образующихся в процессе электролиза [6–9]. При сгорании анодного блока образуются анодные огарки [10]. Анодный блок сгорает за 29–30 суток с 630 мм до 170–180 мм. Огарки после остывания в цехах электролиза доставляются в анодно-монтажное отделение, где производится их очистка от застывшей криолит-глиноземной корки, отделение огарка от кронштейна анододержателя, его дробление и измельчение.

Основная цель процесса монтажа анодов заключается в обеспечении минимальной величины падения напряжения в анодном узле, что достигается за счет правильной установки анододержателей в обожженные аноды и их соединения с помощью заливки жидким чугуном. В процессе монтажа анодов необходимо контролировать и своевременно предпринимать корректирующие действия по соблюдению требований к готовности ниппельного гнезда; установке анододержателя относительно подошвы анода и ниппельных гнезд; соблюдению температуры чугуна в разливочном ковше перед заливкой; своевременному снятию шлака с поверхности чугуна в тигле печи и разливочном ковше и проведению заливки чугуна равномерной струей.

Технология демонтажа и монтажа обожженных анодов

Характеристика основных участков анодно-монтажного отделения

Анодно-монтажное отделение ПАО «РУСАЛ Братск» филиала в г. Шелехов включает в себя девять участков, каждый из которых имеет свое назначение и оснащен соответствующим оборудованием. На участке № 1 осуществляется подвешивание и снятие анодов. Также на данном участке располагается склад отработанных и смонтированных анодов. На участке № 2 производится очистка отработанных анодов (огарков) от электролита. Обычно такая очистка включает в себя автоматическую грубую очистку фронтальной и горизонтальной плоскости огарка от электролита с помощью специальных машин и ручную очистку огарка от электролита с применением отбойных молотков. Финишная очистка проводится с использованием машины дробеструйной обработки. Участок № 3 предназначен для разрушения огарков. На данном участке производится снятие угольного огарка с анододержателя посредством его разрушения; очистка ниппелей от окалины и угольных огарков, а после – транспортировка угольных огарков на площадку угольных отходов. Снятие чугунных заливок с анододержателя производится на участке № 4. Подготовка анододержателей производится на участке № 5. На данном участке проводится контроль алюми-

ниевых штанг и стальных ниппелей, снимаются неисправные и подвешиваются отремонтированные анододержатели. Также на данном участке осуществляется предварительный разогрев стальных ниппелей до 6000 °С с использованием индукционных спиралей на подъемнике. Производится правка погнутых стальных ниппелей и алюминиевых штанг. Склад анодных блоков размещен на участке № 6, на котором производится загрузка анодных блоков. Также на данном участке производится контроль симметрии и размеров гнезд анодных блоков и осуществляется сушка ниппельных гнезд перед заливкой чугуном. Участок № 7 – это участок монтажа и заливки анодов. На данном участке производятся такие операции как: нанесение графитовой суспензии на ниппель анододержателя; сушка ниппелей после нанесения графитовой суспензии; предварительный нагрев ковша перед заливкой расплавленным чугуном; прием расплавленного чугуна и разливка его в гнезда анодных блоков; сборка анододержателя и анодного блока перед заливкой; подача анодных блоков на стенд заливки и зачистка рабочей поверхности алюминиевых штанг. Участок № 8 – участок рециркуляции электролита. На данном участке осуществляется дробление корки электролита. Перед дроблением производится отделение ферромагнитных включений. Участок № 9 – механический участок, предназначенный для изготовления различных заготовок и ремонта вышедших из строя деталей.

Демонтаж отработанных и монтаж новых анодов

Операции демонтажа огарков и монтажа новых анодов производятся на участках 1–7 анодно-монтажного отделения. Целью данных операций является снятие с анододержателей огарков и чугунной заливки и подготовка анододержателей к монтажу новых анодов с дальнейшей заливкой их чугуном. Конечной продукцией участков 1–7 является смонтированный анод, готовый к установке на электролизер. Демонтаж огарков и монтаж анодов производится на одной технологической линии.

Огарки на транспортных поддонах (паллетах), по две штуки в каждой, вывозятся из кор-

пусов электролизного производства на склад отработанных и смонтированных анодов на участке № 1. Паллеты формируются в ряды с горячими огарками. Сформированные ряды поддонов с огарками должны быть выдержаны на складе для охлаждения огарков в течение не менее 24 часов. Далее автомобильными погрузчиками паллеты с огарками транспортируются на станцию подвешивания и снятия анодов.

На станции подвешивания и снятия анодов производятся операции по навеске анододержателей с огарками на подвесной конвейер и снятие с конвейера анододержателей со смонтированными анодами.

Паллета с использованными анодами ставится на подвижный подъемный стол. Подвижный подъемный стол с приводом от двигателя с редуктором, перемещаясь по рельсам, подъезжает к участку подвешивания. Стол поднимается двумя гидроцилиндрами, и две штанги анододержателей автоматически подвешиваются на конусные замки (колокола) подвесного конвейера. Станция подвешивания снабжена устройством центрирования штанг, автоматически выставляющей верхний конец штанги напротив устройства размыкания колокола под подвесным конвейером.

При движении вверх штанга центрируется устройством центрирования штанг. Конец штанги толкает два крюка колокола. Затем пружины толкают крюки в отверстие в штанге. Штанги остаются прицепленными конусными замками, и аноды готовы к транспортировке подвесным конвейером на участок № 2 очистки огарков от электролита.

Стол опускается с пустой паллетой. Затем подвижным столом паллета подается в устройство очистки (опрокидывания) паллет с целью удаления отвалившихся от анода огарков в процессе транспортировки в анодно-монтажное отделение.

Установка опрокидывания паллет представляет собой машину с электроприводом и двумя вилочными захватами для приема паллеты. Подвижной стол с двумя гидроцилиндрами опрокидывается над бункером, расположенным над ленточным конвейером.

В крайнем положении опрокидывания гидравлическая система встряхивает паллету для более эффективной очистки. Спешаяся

корка электролита и глинозем, отвалившийся с огарков в процессе транспортировки, поступают на ленточный конвейер, который транспортирует их на участок № 8 рециркуляции электролита для дальнейшей обработки. После завершения операции опрокидывания и достижения горизонтального положения очищенная паллета возвращается в зону снятия смонтированного анододержателя посредством подвижного устройства, перемещающегося на рельсах с помощью двигателя с редуктором.

Опускание новых смонтированных анодов с подвесного конвейера на очищенную паллету происходит автоматически. Таким образом, эта операция является результатом комбинации поднятия подъемного стола и открытия крюков, удерживающих штанги в конечном замке. Для подъема анода пневматические цилиндры опускаются до упоров колоколов. Операция завершается только тогда, когда аноды полностью ложатся на паллету. Опускание стола с новыми анодами происходит после раскрытия конических замков. При достижении нижней точки подвижный подъемный стол движется к выходу. Затем автопозвонок забирает паллету для вывозки на склад смонтированных анодов и последующей транспортировки в электролизный цех специальными машинами по три паллеты одновременно.

Очистка отработанных анодов (огарков) от электролита

Очистка отработанных анодов от электролита производится на участке № 2. Огарок в автоматическом режиме транспортируется на подвесном конвейере к станции предварительной очистки от корки электролита, которая объединяет две отдельные машины. Они дополняют друг друга в процессе удаления электролита, оставшегося на израсходованном анодном огарке. Каждая из машин предназначена для очистки разных зон анодного блока. Одна машина фронтального удаления электролита (рис. 1а), другая – машина горизонтального удаления электролита (рис. 1б). Эти машины также называют машинами первой и второй ступеней очистки.

Анододержатель с огарком, поступающий со станции подвешивания и снятия анодов,

позиционируется в машине первой ступени очистки от электролита внутри рамы-каретки.

Рама-каретка (маятниковое устройство) оборудована тремя системами с гидравлическим приводом, которые захватывают как штангу, так и анодный блок. Затем каретка передвигается вдоль изогнутых рельсов и достигает финального положения, когда анодный блок описывает угол порядка 40° по отношению к полу.

Затем, до того, как инструменты для очистки от электролита могут приступить к действию, каретка фиксируется относительно рамы машины с помощью гидравлического блокирующего устройства.

Два крупных инструмента для очистки от электролита используются на первом этапе очистки от электролита. Эти инструменты направлены встречно и работают одновременно для того, чтобы их разрушительное усилие было направлено друг против друга. Таким образом, они снимают нагрузку с устройств фиксации анода. Зоны анодного блока, очистка которых производится с помощью данных устройств первого этапа очистки от электролита, включают в себя верхнюю поверхность, а также внешнюю сторону ряда ниппелей. Разрушенный с огарка электролит поступает в бункер благодаря наклонному расположению анода.

Продолжительность процесса составляет около 17 с. После этого каретка размыкается и возвращается в исходное положение, где анод может быть освобожден и вновь захва-

чен подвесным конвейером, который переносит его к следующему этапу очистки от электролита.

Анод, выходящий из машины первой ступени очистки, располагается на идентичной каретке (маятниковом устройстве), как у первой машины. Каретка оборудована теми же механизмами, которые захватывают штангу и анодный блок.

Когда каретка зафиксирована в наклонном положении, крупный инструмент для очистки от электролита может приступить к работе для того, чтобы удалить остатки электролита с поверхности угольного блока. Отличием от машины первой ступени является единый инструмент вилочного типа с четырьмя остриями, которые скребут по поверхности анодного блока назад и вперед по направлению движения каретки, удаляя тем самым электролит между ниппелями.

После завершения процесса очистки от электролита, продолжительность которого такая же, как и на первой ступени очистки, каретка размыкается и возвращается в исходное положение, при этом анод освобождается и вновь захватывается подвесным конвейером, который доставляет его на следующую станцию.

Автоматическая станция очистки от электролита снабжена вытяжным зонтом с фланцем для отвода грязного воздуха к аспирационной системе, в которой производится его фильтрация, а отфильтрованная пыль выводится на полигон отходов.



а



б

Рис. 1. Автоматические машины очистки огарков с маятниковой рамой: а – продольной очистки, б – поперечной очистки

После станции автоматической очистки анододержатели с огарками передаются подвесным конвейером на машину удаления электролита с ручным управлением, где тщательно осматриваются и сбиваются оставшиеся куски спекшегося электролита с верхних и боковых поверхностей огарков, а также с ниппелей кронштейнов.

Подвесной конвейер доставляет на машину с ручным управлением по два анода. На каждой стороне машины оператор имеет по одному пневматическому молотку, установленному на балансировочном механизме и подвешенному на шарнирной стреле. Обломки, образующиеся в процессе очистки, поступают в бункер на ленточный конвейер транспортировки электролита.

Для предотвращения останова всей линии машина удаления электролита с ручным управлением используется при нормальном режиме работы линии, а также в случае поломки автоматической машины очистки электролита.

Когда ручная очистка огарка от электролита окончена, штанга анододержателя освобождается и анод удаляется с ручной машины очистки электролита с помощью подвесного конвейера. Предварительно очищенные огарки подаются на машину дробеструйной обработки огарков для финальной очистки.

В дробеструйной установке анод медленно перемещается между двух комплектов трех дробеструйных головок, расположенных с обеих сторон. В каждом комплекте по две головки очищают верх анода струей дроби, направленной под наклоном относительно движения анода, третья головка используется для удаления пленки приставшего электролита с дна анода.

Привод тележки подвесного конвейера осуществляется при помощи цепи, движущейся с малой скоростью в корпусе дробеструйной машины. Вход в пространство обработки изолирован снаружи промежуточной камерой с двойными дверцами во избежание выброса дроби. Выход из пространства дробеструйной машины изолирован промежуточной камерой, аналогичной входной с воздуходувной камерой.

Нижняя часть этих камер имеет форму бункера. Внизу камер проходит шнековый кон-

вейер для сбора дроби и скрапа. Дробь и скрап поступают в ковшовый транспортер, выгрузка пыли и дроби из которого осуществляется в сепаратор, расположенный наверху машины для отделения пыли и мельчайших частиц абразива.

Крупные отходы отделяются от дроби и пыли в барабанном классификаторе. Дробь отделяется от пыли системой воздушной сепарации, соединенной с системой сбора пыли, которая осуществляет сбор электролита и угольных частиц.

Отделенная на решетке дробь направляется в накопительный бункер и далее в дробеструйную установку, а разрушенная электролитная корка, захваченная потоком воздуха, собирается в отдельную емкость, проходя через систему аспирации, и выводится в отвал, поскольку сбитый дробью электролит загрязнен частицами кокса, и его нельзя использовать в электролизном производстве.

В процессе работы оператор обязан постоянно визуально контролировать качество очистки огарков от электролита как верхней части, так и подошвы, после выхода их из машины дробеструйной обработки. Для предотвращения снижения качества огарков по содержанию химических примесей не допускается наличие остатков электролита на поверхностях огарков и ниппелях кронштейна анододержателей.

В воздуходувной камере происходит очистка верхней поверхности анода от дроби струей сжатого воздуха. Не допускается унос стальной дроби на теле анододержателя и на поверхности огарка (после очистки в дробеструйной камере). При обнаружении дроби на поверхности огарка необходимо отрегулировать обдув огарков сжатым воздухом в воздуходувной камере машины окончательной очистки.

Полностью очищенные в машине дробеструйной обработки анодные огарки поступают на участок разрушения огарков, где производится удаление с анодов угольных огарков толщиной до 350 мм. Размер дробленых кусков составляет не более 300x330x350 мм.

Для того чтобы разрушить целый анодный блок, возвращенный обратно с серии электролиза, или анододержатель с огарком, отбра-

кованный на автоматической машине разрушения огарка, в анодно-монтажном отделении предусмотрена машина удаления огарка с ручным управлением.

Когда анододержатель с огарком доставляется подвесным конвейером, оператор вставляет две вилки между скобой и анодным блоком. Два гидравлических цилиндра, установленных на раме машины, поднимают вверх две лапы, передвигающиеся по шарниру на двух вилках, для разрушения. Лапы выдавливают анодный блок с трех ниппелей и снимают его.

Разрушенный огарок направляется в специально предназначенную тару, которую автотопогрузчиком вывозят на склад хранения угольных отходов.

Освобожденные от огарков анододержатели транспортируются подвесным конвейером на машину очистки ниппелей, которая предназначена для удаления частиц угля, оставшихся на каждом ниппеле анододержателя с чугуновой заливкой.

Очищенные от угольной пыли ниппеля с чугуновой заливкой подаются по подвесному конвейеру на участок № 4 на пресс снятия чугуновой заливки.

Снятие чугуновых заливок с анододержателя

Каждый анододержатель доставляется с помощью подвесного конвейера на «стоп-станцию», расположенную рядом с прессом снятия заливки. Снятие чугуна производится циклично с каждого ниппеля анододержателя посредством вспомогательного устройство подачи штанг, которое подводит каждый из ниппелей, шаг за шагом, под захват прессы.

Захваты машины для снятия заливки с помощью мощного гидравлического цилиндра зажимают каждый из ниппелей чуть выше заливки. Конструкция прессы позволяет очень точно расположить заливку относительно цилиндра выбойки в дополнение к своей функции самоблокирования. Далее выбойка поднимается, продавливая ниппель через заливку, которая удерживается зажимами.

Благодаря конусообразной форме выбойки заливка ломается как минимум на две части, которые через установленный в нижней части бункера падают на ленточный кон-

вейер транспортировки чугуновых заливок. После этого выбойка опускается в исходное положение. Для одной штанги с трехниппельным кронштейном данная операция повторяется трижды.

Куски чугуновой заливки, транспортируемые по ленточному конвейеру через вибрационный питатель, загружаются в бункер скипового подъемника до его полной загрузки. Величина одной загрузки составляет не более 750 кг. После этого происходит остановка ленточного конвейера и вибрационного питателя, и начинается цикл автоматической работы скипового подъемника, загружающего чугуновые заливки в приемный желоб барабанного грохота. После разгрузки бункера скиповый питатель возвращается в исходное положение загрузки, в то время как ленточный конвейер и вибрационный питатель возобновляют свою работу.

Барабанный грохот начинает вращение вокруг горизонтальной оси. Обломки вращаются вместе с барабаном, который никогда не заполняют полностью. В результате соударения загруженных в барабан чугуновых обломков друг с другом происходит удаление угольного материала и электролита. После очистки направление вращения барабана меняют на обратное, происходит выгрузка чистых обломков чугуна с другого торца барабана в приемный бункер.

Очищенный в барабанном грохоте чугуновый скрап используется как оборотный чугун для приготовления нового заливочного чугуна. Углеродная пыль сбрасывается в пылесборник, расположенный внизу под барабаном.

Монтаж и заливка анодов

Все исправные анододержатели, которые прошли контроль по шаблону на машине контроля штанг и ниппелей, для предотвращения пригара чугуновой заливки к ниппелям анододержателей направляются по подвесному конвейеру на установку покрытия ниппелей графитовой эмульсией.

Анододержатель останавливается над ванночкой с графитовой эмульсией. Далее посредством работы гидроцилиндров ванночка поднимается до погружения ниппелей анододержателя в эмульсию и затем опускается, обеспечивая нанесение тонкого слоя графи-

товой эмульсии на ниппелях. Во избежание расслаивания фаз графитовая эмульсия в ванночке непрерывно перемешивается сжатым воздухом через трубку с отверстиями. На этом месте оператором контролируется качество графитации ниппелей, уровень графитовой эмульсии в ванночке и наличие перемешивания ее сжатым воздухом.

Во избежание выбросов расплавленного чугуна при заливке ниппельных гнезд анододержателя после графитации линией подвешенного конвейера направляются к установке сушки ниппелей. Тележка с анододержателем останавливается над установкой сушки ниппелей, оснащенной тремя индукционными катушками на специальной раме, поднимаемой гидроцилиндром. При подъеме рамы все три ниппеля анододержателя заходят в индукционные катушки, на которые в этот момент подается напряжение. Ниппели разогреваются индукционным током, и влажная поверхность покрытия графитовой эмульсией высыхает. Вся работа установки сушки ниппелей производится в автоматическом режиме.

После сушки оператор контролирует ниппели анододержателя на отсутствие остатков влаги. Подготовленные к монтажу штанги анододержателей линией подвешенного конвейера автоматически направляются через входные отсеки на сборочный стол заливочного стенда (рис. 2). Одновременно на сборочный стол заливочного стенда системой роликовых кон-

вейеров с установки сушки ниппельных гнезд подаются анодные блоки. Подача анодных блоков осуществляется в автоматическом режиме по программе работы стенда заливки разовым подъемом и опусканием на гребенки монтажного стола в следующем порядке:

1) прием с роликового конвейера анодного блока и установка его на станции сборки. Параллельно ему со стороны подвешенного конвейера подается штанга анододержателя и устанавливается над ниппельными гнездами;

2) анододержатель освобождается от подвешенного конвейера и опускается в ниппельные гнезда анодного блока с установкой и фиксацией анододержателя зажимами перпендикулярно к подошве анодного блока;

3) предварительно собранный анодный блок перемещается на стенд заливки;

4) перед заливкой чугуна в ниппельные гнезда штанга приподнимается на 10 мм при помощи подъемного устройства. Таким образом, чугун равномерно заливается между дном ниппельного гнезда и концом ниппеля, что обеспечивает лучшее качество сборки. Далее производится выдержка смонтированного со штангой анододержателя анодного блока для охлаждения залитого чугуна;

5) подъем смонтированного анода с литейного стола и перемещение его линией подвешенного конвейера на машину очистки штанг.

Операция заливки анодов осуществляется на машине заливки (рис. 3).

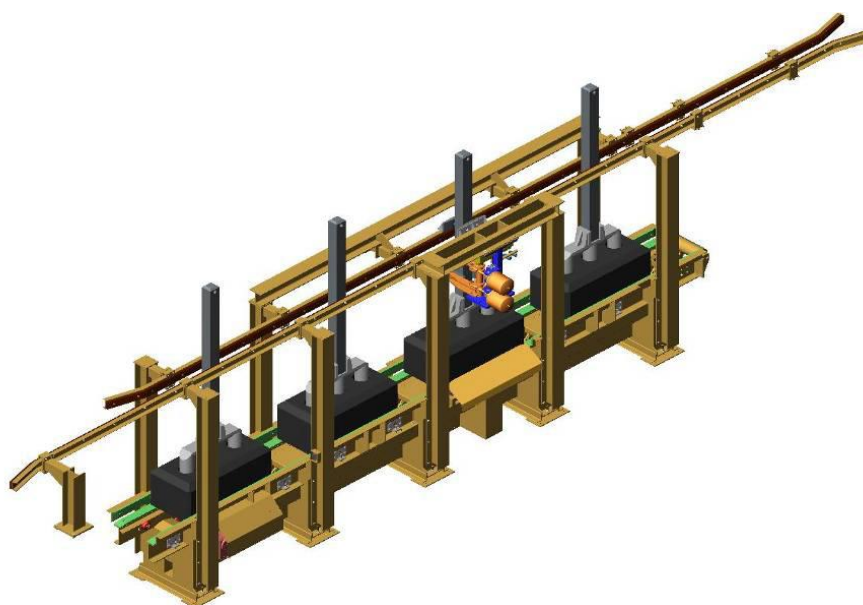


Рис. 2. Заливочный стенд

В отсеке вывода анодных блоков на опускающемся столе производится подъем анододержателя подвесным конвейером. Если установить или залить анодный блок невозможно, то анодный блок остается на столе, а стержень отводится подвесным конвейером. Далее отбракованный анодный блок перемещается по роликам стола и подается на выходной роликовый транспортер, откуда блок транспортируется автопогрузчиком в зону складирования бракованных анодных блоков.

Приготовление чугуна для заливки ниппельных гнезд при монтаже анодов производится в индукционных печах емкостью 2 т.

По подвесному конвейеру смонтированный анод транспортируется на машину очистки штанг (рис. 4), где производится чистка алюминиевой штанги от частиц налипшего углерода и электролита, а также удаление оксидной пленки и рытвин для уменьшения падения напряжения на контакте штанги и анодной шины на электролизере.

Очистка двух контактных поверхностей штанги происходит одновременно за счет узла, на котором крепится модуль со щетками, позволяющий перемещать их в вертикальном направлении с помощью электродвигателя с ременной передачей.



Рис. 3. Машина заливки анодов

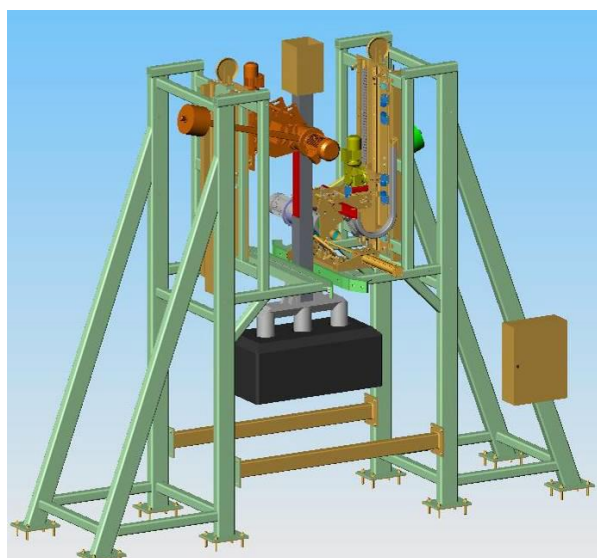


Рис. 4. Машина очистки штанг

После машины очистки штанг смонтированный анод транспортируется по подвесному конвейеру к участку № 1 на станцию подвешивания и снятия анодов, где аноды по две штуки устанавливаются на паллет и вывозятся в цех электролиза алюминия.

Заключение

Вопросы демонтажа отработанных анодов и монтажа новых являются важными и актуальными, поскольку эти технологические опе-

рации оказывают существенное влияние на процесс производства алюминия в целом, и на сегодняшний день современное производство невозможно без осуществления этих процессов. Кроме того, правильное осуществление монтажа анодов позволяет существенно снизить падение напряжения в анодном узле и тем самым повысить эффективность процесса электролиза криолит-глиноземных расплавов.

Список источников

1. Grjotheim K., Welch B.J. Aluminium Smelter Technology. Düsseldorf: Aluminium-Verlag, 1988. 327 p.
2. Prasad S. Studies on the Hall-Heroult Aluminum Electrowinning Process // Journal of the Brazilian Chemical Society. 2000. Vol. 11. № 3. P. 245–251.
3. Alamdari H. Aluminium Production Process: Challenges and Opportunities // Metals. 2017. Vol. 7. Iss. 4. P. 133. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2075-4701/7/4/133> (23.03.2022).
4. 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.
5. Козлов С.И., Немчинова Н.В., Федотова Д.А. Виды основных техногенных отходов производства алюминия на электролизерах с обожженными анодами // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 3. С. 668–673. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49505192> (23.03.2022).
6. Шарифов А.Р., Муродиён А.Ш., Умаров М.К., Акрамов А.А. Классификация твердофазных отходов производства алюминия для их эффективного использования // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2006. Т. 49. № 4. С. 344–347.
7. Зенкин Е.Ю., Гавриленко А.А., Немчинова Н.В. О переработке отходов производства первичного алюминия ОАО «РУСАЛ Братск» // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 3. С. 123–132.
8. 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.
9. Куликов Б.П., Истомина С.П. Переработка отходов алюминиевого производства. Красноярск: Классик-Центр, 2004. 480 с.
10. Лысенко О.Е. Обожженные аноды в производстве алюминия: технология, оборудование, качество // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: сб. науч. тр. науч. конф. (г. Новокузнецк, 14–16 мая 2019 г.). Новокузнецк, 2019. С. 146–148.

Информация об авторах / Information about the Authors

Ковалев Александр Валерьевич,
студент,
Институт заочно-вечернего обучения,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
sanchocarvalho@gmail.com

Alexander V. Kovalev,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
sanchocarvalho@gmail.com

Бельский Сергей Сергеевич,
к.т.н., 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

Совершенствование футеровки электрических тигельных печей сопротивления за счет применения современных волокнистых огнеупорных материалов

© А.П. Кондратенко, М.Ю. Кузьмина

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

Аннотация. Целью данной статьи является изучение возможности совершенствования конструкции электрических тигельных печей сопротивления для плавки алюминиевых и магниевых сплавов, применяемых на участке литья цветных металлов литейного производства Иркутского авиационного завода – филиала ПАО «Корпорация «Иркут» (ИАЗ). В работе отмечено, что применение электрических печей сопротивления на мелкосерийном производстве авиастроительного предприятия экономически обосновано и целесообразно, т. к. они имеют достаточно простую конструкцию при относительно высоком КПД, надежны и экологичны. В настоящее время на предприятии используются модели с «тяжелой» футеровкой, характеризующиеся большой инерционностью и низкой точностью в поддержании температурного режима, низкой максимальной рабочей температурой и, как следствие, большими эксплуатационными затратами (электроэнергии или газа, рабочего времени, расходных элементов). Рассматривались возможности совершенствования конструкции печей, которые используются в качестве раздаточных и для модифицирования алюминиевых сплавов на участке литья цветных металлов металлургического производства ИАЗ. Показано, что использование современных волокнистых огнеупоров на основе алюмосиликатных волокон и неорганических связующих в виде модифицированных гидрозолей в качестве футеровки позволит значительно снизить эксплуатационную стоимость обслуживания электрической печи сопротивления и увеличить продолжительность назначенных и межремонтных сроков службы оборудования.

Ключевые слова: металлургия, авиастроение, алюминий, литейное производство, электрическая тигельная печь сопротивления, конструкция электрической печи сопротивления, футеровка печи, волокнистые огнеупоры, свойства огнеупоров

Improving the Lining of Electric Crucible Resistance Furnaces through the Use of Modern Fibrous Refractory Materials

© Alexander P. Kondratenko, Marina Yu. Kuzmina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The purpose of this article is to study the possibility of improving the design of electric resistance crucible furnaces for melting aluminum and magnesium alloys used at the casting site of non-ferrous metals foundry of the Irkutsk Aviation Plant - a branch of PJSC Irkut Corporation (IAP). The article notes that the use of electric resistance furnaces in small-scale production of an aircraft manufacturing enterprise is economically justified and expedient, since they have a fairly simple design with relatively high efficiency, are reliable and environmentally friendly. Currently, the company uses models with "heavy" lining, characterized by high inertia and low accuracy in maintaining the temperature regime, low maximum operating temperature and, as a result, high operating costs (electricity or gas, working time, consumable elements.). The article considers the possibilities of improving the design of furnaces, which are used as distributing furnaces and for modifying aluminum alloys in the non-ferrous metal casting section of the IAP metallurgical production. The article shows that the use of modern fibrous refractories based on aluminosilicate fibers and inorganic binders in the form of modified hydrosols as a lining will significantly reduce the operating cost of maintaining an electric resistance furnace and increase the duration of the designated and overhaul life of the equipment.

Keywords: metallurgy, aircraft industry, aluminum, foundry, electric crucible resistance furnace, electric resistance furnace design, furnace lining, fibrous refractories, properties of refractories

Введение

Электрические печи сопротивления (ЭПС) приобрели широкое распространение как по числу действующих установок, так и по разно-

образию технологических применений в самых разных областях промышленности и металлургии¹⁻³. Печи сопротивления относятся к числу относительно несложных в условиях

эксплуатации плавильных агрегатов. Электрические тигельные печи сопротивления предназначены для плавки, выдержки (раздачи) латуней, алюминиевых, магниевых, цинковых и других сплавов при производстве цветного литья в относительно небольших объемах (емкость тигля печи обычно не превышает 1800 кг по Al) [1–5]. Фактическое отсутствие окисления металла в печи и возможность точного регулирования температуры обеспечивают продолжительную выдержку расплава при минимальном угаре и его стабильные физико-химические свойства^{1–4}. На участке литья цветных металлов литейного цеха металлургического производства применяется печь типа САТ [1]. На рис. 1 представлена тигельная печь сопротивления для плавки алюминия и магния.

Важными особенностями применения электрических тигельных печей сопротивления являются^{3–6}:

- универсальность (возможность применения печей сопротивления для термообработки, плавки, спекания и множества других операций);
- компактные конструкции и высокомоощный нагрев;
- возможность длительного выдерживания заданной температуры расплава, что позволяет проводить необходимые модификации и получать качественный сплав требуемого состава;
- использование нагревательных элементов простой конфигурации из нихромовых сплавов обеспечивает быстрый нагрев металла и, при необходимости, оперативную корректировку температурных режимов;
- производство равномерного высокотемпературного нагрева;
- простота и удобство обслуживания печи,

управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;

- высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха;
- возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создает условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой;
- печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;
- тигельные печи сопротивления характеризуются незначительным угаром металла и легирующих элементов при плавлении [6].

Возможность использования электрических печей сопротивления как в комплексе с индукционными тигельными печами, так и в качестве самостоятельной печи, обеспечивает полный цикл приготовления и разлива алюминиевых сплавов в одном производственном помещении при поточно-механизированном процессе и позволяет получить оптимальную технико-экономическую эффективность эксплуатации технологической линии в целом.

Принципиальное устройство электрической печи сопротивления

Устройство электрической печи сопротивления, используемой на ИАЗ, не отличается от типовых конструкций поворотных тигельных печей (типа САТ)^{7, 8}. Конструктивно ЭПС состоит из неподвижной опоры (рамы), подвижного сварного каркаса, огнеупорной и теплоизоляционной футеровки, электронагревательного элемента из тугоплавкого жаропрочного сплава (ферхель, нихром),

¹Маляров А.И. Печи литейных цехов: учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 2014. 256 с

²Галевский Г.В. Металлургия алюминия. Технология, электроснабжение, автоматизация: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Теплотехник, 2007. 529 с.

³Борисоглебский Ю.Б. Металлургия алюминия. Новосибирск: Наука, 1999. 438 с.

⁴Самохвалов Г.В. Металлургические электропечи: учеб. пособие для вузов. М.: Теплотехник, 2009. 304 с.

⁵Кузьмина М.Ю. Основы металлургической теплотехники: учеб. пособие. Иркутск: ИРНТУ, 2016. 162 с.

⁶Кривандин В.А. Теплотехника металлургического производства: учеб. пособие для вузов. Конструкция и работа печей. М.: МИСИС, 2002. Т. 2. 733 с.

⁷Миткалинный В.И., Кривандин В.А., Морозов В.А., Сборщиков Г.С., Егоров А.В. Металлургические печи: Атлас: учеб. пособие для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Металлургия, 1987. 384 с.

⁸Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов: учеб. для вузов. М.: Металлургия, 1988. Т. 2. 432 с.

тигля, механической и электрической оснастки рабочих действий печи, вспомогательных систем и компонентов⁵⁻⁷.

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 работы⁷.

Подвижный сварной каркас является основанием для огнеупорной и теплоизоляционной футеровок, стального тигля, электронагревателей, электро-коммутирующих элементов и устройств различных контролируемых 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 [7, 8].

Нагревательный элемент

Нагревательные элементы являются основным узлом конструкции печи сопротивления, определяющим надежность работы печи. Материалы для нагревательных элементов выбирают в соответствии с требуемой температурой и атмосферой печи. Они должны обладать жаростойкостью, жаропрочностью и высоким удельным сопротивлением. К материалам для нагревательных элементов предъявляют специфические требования, вытекающие из особенностей их работы:

- высокое удельное электрическое сопротивление. При малом удельном электрическом сопротивлении нагреватель, питаемый от сети 380 или 220 В, получается чрезмерно большой длины и малого сечения. Такой нагреватель трудно разместить в печи. Кроме того, нагреватель малого сечения имеет небольшой срок службы;
- малый температурный коэффициент элект-

рического сопротивления;

– постоянство электрического сопротивления. Материал не должен подвергаться «старению», т. е. увеличению сопротивления с течением времени. В результате «старения» нагревателей уменьшается мощность печи.

Для печей сопротивления косвенного типа оптимально применение сплава хром и никель. Нихромовый сплав с маркировкой Х20Н80 характеризуется как долговечный, надежный, ударостойкий и хорошо свариваемый материал для нагрева⁹.

Во время работы на его поверхности образуется специфическая пленка, предотвращающая растрескивание при часто прерываемой работе. Недостатком данного материала является его ограниченность во временных нагрузках. Нихром нельзя использовать при длительном непрерывном цикле работы, он расплавится. При необходимости выполнения длительных и высокотемпературных работ целесообразно использовать фехраль. Сплав из фехраля также выделяется невысокой ценой сравнительно с нихромом. Данный нагреватель, зависимо от маркировки, способен длительно функционировать с теплоотдачей от 800 до 1400 °С.

При этом фехраль имеет большое количество недостатков по сравнению с нихромом^{9, 10}. Она более хрупкая и не очень стойкая к коррозионным и магнитным воздействиям. В процессе работы температурное удлинение фехралевых элементов может достигать заметных величин, которые необходимо учитывать еще при изготовлении проекта на печь сопротивления [9]. Футеровка печи с фехральным нагревом должна быть выполнена из кирпича либо обмазки, содержащей глинозем в большом количестве. Максимально подходящие марки нагревателей фехрального состава для таких работ – Х27Н70ЮЗ и Х15Н60ЮЗ.

Нагревательные элементы в большинстве моделей электрических печей сопротивления выполняются из проволоки либо имеют ленточную конструкцию (рис. 2).

⁹Кузьмин Б.А., Самохоцкий А.И., Кузнецова Т.Н. Металлургия, металлостроение и конструкционные материалы: учеб. М.: Высшая школа, 1977. 304 с.

¹⁰Гуляев А.П. Металловедение: учеб. для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. 544 с.



Рис. 1. Электрическая тигельная печь сопротивления для плавки алюминия и магния



Рис. 2. Лента нихромовая 2,0×20 мм

Ленточные элементы нагрева изготавливаются в виде зигзага и могут иметь неограниченную длину, в зависимости от желаемой мощности печи. Закрепление таких нагревателей на нагреваемый объект происходит при помощи керамических стоек или жаропрочных сплавов.

Огнеупоры и теплоизоляция

В связи с наличием в электрических печах зон с высокой температурой в них, помимо обычных конструкционных и электротехниче-

ских материалов, применяют также специфические материалы, способные работать при этой температуре и обладающие необходимыми для этого свойствами. К ним относятся огнеупорные и теплоизоляционные материалы, а также материалы для нагревательных элементов.

Огнеупорные материалы используются для формирования рабочего пространства печи – ее камеры. Они образуют огнеупорную кладку – внутреннюю часть футеровки печи.

Требования, предъявляемые к огнеупорным материалам [7, 8, 10–12]:

- огнеупорность, т. е. способность без деформации и оплавления выдерживать высокие температуры ($>1580\text{ }^{\circ}\text{C}$)^{5, 6};
- механическая прочность при высоких температурах: огнеупорный слой кладки должен выдерживать массу загрузки, тары, транспортирующих устройств, на нем крепятся нагревательные элементы;
- термическая устойчивость – способность, не растрескиваясь, выдерживать резкие колебания температуры;
- малая электрическая проводимость. В электрических печах огнеупорный материал часто служит электрическим изолятором, т. к. на внутренней поверхности огнеупорной кладки монтируются нагреватели;
- малая теплопроводность: чем меньше теплопроводность, тем легче изготовить кладку печи с малыми тепловыми потерями, не увеличивая чрезмерно толщину стен;
- химическая нейтральность: огнеупорные материалы должны быть химически нейтральными к нагреваемому в печи материалу, к нагревателям и газовой среде, заполняющей рабочее пространство печи^{5, 6}.

Назначение тепловой изоляции в электрических печах – снижение тепловых потерь через стенки печи. Поэтому основное требование, предъявляемое к теплоизоляционным материалам, – малый коэффициент теплопроводности при достаточной огнеупорности. Теплоизоляционные материалы представляют собой рыхлые легкие массы или пористые изделия (кирпичи, блоки, плиты) (рис. 3).

Огнеупорная футеровка внутренней рабочей зоны печи, применяемой на участке литья цветных металлов ИАЗ, выполнена, в основном, с применением шамотных материалов

(шамотный огнеупорный кирпич должен удовлетворять техническим условиям ОСТ 3688 и 3689 и в среднем отвечать нижеследующему химическому составу (масс. %): $37,1\text{ Al}_2\text{O}_3$; $60,5\text{ SiO}_2$; $1,5\text{ Fe}_2\text{O}_3$; $0,2\text{ CaO}$; $0,2\text{ MgO}$; $0,5\text{ R}_2\text{O}$) [13–16]:

- для внутренней части футеровки применяются кирпичи прямоугольные ША-1 ГОСТ 8691-2018 из огнеупорного шамота¹¹;
- для наружной части используются прямоугольные кирпичи ШЛБ-0,4 ГОСТ 8691-2018 из легковесного теплоизоляционного шамота¹¹;
- для формирования радиусных поверхностей применяются также кирпич пятовый ШБ-1,0 № 60, кирпич ребровой двухсторонний ШБ-1,0 № 44, кирпич торцевой двухсторонний ШБ-1,0 № 22, кирпич трапециевидный ША-1-50;
- для укладки кирпичей используется смесь из шамотного порошка, огнеупорной глины и воды. Дополнительно между кирпичами футеровки закладываются и закрепляются раствором специальные крюки из нихрома для укладки и фиксации нагревательных элементов.

Тигель

В электрических печах сопротивления обычно применяются чугунные тигли, изготовленные по ГОСТ 977-88^{3, 12}.

В условиях ИАЗ, при относительно небольших объемах плавок алюминия, часто возникает производственная необходимость срочного изготовления малой партии несерийных деталей. Соответственно скорость разогрева печи с чугунным тиглем значительно больше скорости нагрева печи со стальным тиглем. Поэтому в настоящее время на участке литья алюминия используются стальные тигли (рис. 4).

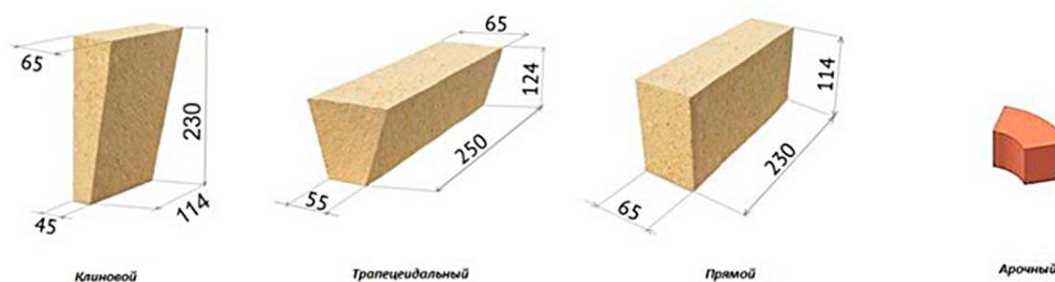


Рис. 3. Форма и размеры огнеупорных кирпичей



Рис. 4. Стальной тигель для плавки 300 кг алюминия

Сопутствующие системы обеспечения работоспособности

Несмотря на кажущуюся простоту конструкции электрической печи сопротивления, ее работа обеспечивается сопутствующими системами – защиты, электропитания, механизации, а также оснащается контрольно-измерительными приборами^{5, 6}.

Механизация

Основное назначение системы механизации – выполнение рабочих движений элементов печи, в том числе открывания/закрывания крышки печи, наклона с целью слива жидкого металла, а также для установки и выемки тигля [17].

Наклон печи осуществляется через редуктор электрическим двигателем, установленным с одной стороны корпуса печи, который может приводить корпус печи в движение для наклона на 95°. Угол поворота ограничивается концевыми выключателями.

Крышка печи поднимается с помощью кран-балки. Нижняя плоскость крышки имеет футерованный слой армированного огнеупорного бетона для защиты металлических элементов конструкции от высокой температуры.

При проведении капитального ремонта футеровки тигель вынимается при помощи кран-балки.

Система контроля печи

В процессе работы печи сопротивления, вследствие перепадов температур при нагреве/остывании, а также при наклоне печи, при вибрациях различных агрегатов и машин, используемых на участке литья, в футеровке рабочей зоны могут образовываться трещины. Также в ходе эксплуатации протекают различные коррозионные процессы на поверхности футеровки [11–13]. В результате возникают тепловые потери, снижается температура нагрева тигля и расплава, что негативно сказывается

вается на технологическом процессе и качестве сплава. Для контроля температуры расплава используются термопара погружения ТХА 0806 ГОСТ 6616-94, сигнал с которой подается на шкаф автоматизации¹¹. При отклонении от заданного значения изменяются параметры напряжения, подаваемого на нагревательный элемент, и в результате коррекции температура в рабочей зоне печи возвращается к заданным значениям^{12, 13}.

Анализ современных волокнистых огнеупоров и возможность их использования для футеровки электрической тигельной печи сопротивления

ЭПС, внедренные в производство в 70–80 гг. прошлого века и используемые в настоящее время, достаточно надежны, имеют малое количество отказов, просты в эксплуатации. *Шамотные огнеупоры*, применяемые для футеровки ЭПС, достаточно недороги, при этом их физико-химические свойства обеспечивают удовлетворительную работу печи даже спустя полвека эксплуатации [7, 8, 18, 19]. Но развитие производства огнеупоров не стоит на месте и постоянно развивается.

Современные волокнистые материалы сочетают в себе высокие огнеупорные и теплоизоляционные характеристики: низкую теплопроводность, малую плотность, достаточную механическую прочность, легкую обрабатываемость. Это позволяет широко применять их вместо традиционных материалов для футеровки практически всего парка термического оборудования: котлов, трубопроводов, агрегатов химической промышленности [7, 8, 10, 11].

Применение этих материалов, благодаря легкой обрабатываемости, обеспечивает значительное снижение трудоемкости футеровочных работ и высокую ремонтпригодность футеровки. Изделия легко подвергаются руч-

ной и инструментальной механической обработке, что облегчает подгонку их формы и размеров во время монтажа или ремонта обмуровки. Еще одним достоинством волокнистых материалов является большое количество теплосмен (до 1000 и более) без значительных изменений качества материала [7]. Изделия из волокнистых материалов позволяют создавать новые легкие конструкции футеровок стен, рабочих заслонок (дверей) и сводов промышленных печей.

Низкая теплопроводность позволяет уменьшать габариты печи за счет толщины футеровки, что вместе с низкой плотностью делает возможным в несколько (до 8–10) раз снизить массу футеровки и, соответственно, в 2–3 раза массу металлоконструкций печи, что косвенно способствует энергосбережению. Теплота, аккумулируемая футеровкой за время выхода на рабочую температуру, уменьшается также в несколько раз. Резко сокращается время разогрева печи, позволяя экономить не только энергоресурсы, но и уменьшая непроизводительное время работы печи и обслуживающего персонала. Установлено, что особенно эффективно применение новых футеровочных материалов в термических печах периодического действия с частыми сменами термических программ и, следовательно, периодов нагрева и охлаждения. За эти качества волокнистые материалы часто называют *малоинерционными*.

Дисперсное армирование жесткоформованных изделий высокотемпературным муллитокремнеземистым стекловолокном обеспечивает их вибростойкость и стойкость в условиях резкого изменения температуры при пусках и остановках печей. Термостойкость изделий примерно в 10 раз выше термостойкости шамотных огнеупоров. Высокая упругая деформация изделий, составляющая для различных марок от 2 до 10 %, позволяет компенсировать тепловые расширения элементов футеровок и предотвращает возникновение в

¹¹ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия; Дата введения 01.01.1999. М.: Изд-во стандартов, 1998.

¹²ГОСТ 12.2.007.9-93 (МЭК 519-1-84) Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования; Дата введения 01.01.1995. М.: Изд-во

стандартов, 1995.

¹³ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; Дата введения 01.01.1992. М.: Стандартинформ, 2007.

них опасных термических напряжений. Достаточная механическая прочность изделий (до 1 МПа) позволяет использовать их как в теплоизоляционном, так и в рабочем слое футеровки.

В процессе изготовления изделия подвергаются обжигу при температуре, равной максимально допустимой температуре применения. Поэтому во время эксплуатации при температурах меньше предельно допустимой не снижается их прочность, и в них не возникают усадочные явления, приводящие к появлению внутренних трещин или усадочному изменению внешних размеров.

Футеровка из волокнистых материалов, как правило, выполняется многослойной. Например, внутренний огнеупорный слой обычно выполняется из шамотно-волокнистых плит ШВП-350 или ШВП-550 (ШВПХ-550 или ШВПХ-750) (рис. 5), второй слой – теплоизоляционный, из более дешевых материалов, например, из вермикулито-волокнистых плит ПВВП-500 или перлитово-волокнистых плит ПВП-280, а при необходимости и третий слой, также теплоизоляционный, в виде плит из базальтового волокна [19].

В каждом конкретном случае выбор материалов зависит от максимальной температуры и скорости продуктов сгорания или воздушной (защитной) среды в рабочей камере газовой или электрической печи. Благодаря многослойности футеровки используются лучшие качества всех материалов. Первый слой рассчитан на более высокую температуру эксплуатации, у следующих слоев ниже

теплопроводность в данном интервале температур и, кроме того, они существенно дешевле [19].

Отдельного внимания заслуживает применение модульных конструкций типа керамоволокнистый блок. Модуль Z-Blok (рис. 6) разработан для упрощения и увеличения скорости установки футеровки печи с предоставлением широкого ряда преимуществ.

После размещения на каркасе печи компрессионная связка удаляется и теплоизоляционное волокно расширяется. Результатом является плотная, бесщелевая футеровка с предохранением металлических частей от высоких температур вследствие их расположения на «холодной» стороне модуля. Максимальная непрерывная температура применения составляет 1260–1425 °С.

Керамоволокнистый блок имеет разнообразные способы креплений и предназначен решать практически любую техническую задачу по футеровке печей и тепловых агрегатов. С помощью крепежных гвоздей он может крепиться прямо к стальному листу промышленной печи. Их применение повышает монолитность теплоизоляции промышленных печей и значительно ускоряет процесс кладки блоков.

Установлено, что по сравнению с шамотными огнеупорами современные волокнистые материалы имеют следующие достоинства [6, 7, 20]:

- экономия топлива и электроэнергии на 30–40 %;
- уменьшение массы футеровки в 3–5 раз;



Рис. 5. Футеровка печей современными волокнистыми огнеупорами



Рис. 6. Футеровка печей керамоволокнистыми модулями Z-блок

- сокращение тепловых потерь через футеровку печи при неизменных рабочих параметрах за счет низкой теплопроводности современных футеровочных материалов на 25–40 %;
- снижение трудозатрат при выполнении футеровки в 3–5 раз;
- возможность значительно снизить потребление энергоносителей при выходе печи на рабочий режим при циклической работе за счет низкой тепловой «инерции» современных футеровочных материалов;
- сокращение воздействия вредных факторов на организм работников (изделия не содержат асбест) [21, 22].

Заключение

В работе рассмотрена конструкция и принцип работы ЭПС, используемых на участке литья цветных металлов металлургического производства Иркутского авиационного завода – филиала ПАО «Корпорация «Иркут» (ИАЗ).

Отмечено, что использование ЭПС на мелкосерийном производстве авиастроительного предприятия (по сравнению с отдельными металлургическими предприятиями по производству алюминиевых сплавов) экономически целесообразно, т. к. имеется ряд преимуществ перед другими видами печей, а именно:

- универсальность (возможность примене-

ния печей сопротивления для термообработки, плавки, спекания и множества других операций) [23–25];

- компактные конструкции и высокомоощный нагрев;
- возможность длительного выдерживания заданной температуры расплава, что позволяет проводить необходимые модификации и получение качественного сплава требуемого состава;
- использование нагревательных элементов простой конфигурации из нихромовых сплавов обеспечивает быстрый нагрев металла и оперативную корректировку температурных режимов;
- производство равномерного высокотемпературного нагрева;
- простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;
- высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха;
- возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создает условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой;
- печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

– тигельные печи сопротивления характеризуются незначительным угаром металла и легирующих элементов при плавлении.

Однако, ряд недостатков, среди которых большой вес шамотных огнеупоров, тепловые потери из-за нарушения целостности футеровки, большая инерционность при нагреве/остывании печи, приводят к необходимости модернизации электрических тигельных печей, в частности с применением современных волокнистых огнеупорных материалов.

В работе решалась задача использования для футеровки рабочей зоны электрической печи сопротивления современных волокнистых огнеупорных материалов. Рассмотрена возможность совершенствования конструкции электрической печи сопротивления за счет использования современных отечественных огнеупорных материалов.

По результатам проведенного анализа современных огнеупоров показано, что для футеровки электрических тигельных печей сопротивления для плавки алюминия, используемых на участке литья цветных металлов металлургического производства ИАЗ, можно применять шамотно-волокнистые огнеупоры отечественного производства.

Учитывая себестоимость и физико-химические свойства шамотно-волокнистых огнеупорных материалов, из предлагаемой текущими производителями продукции для футеровки электрических тигельных печей сопротивления для плавки алюминия подходят отечественные фасонные материалы ШВП-350 и ШВП-550. Использование данных отечественных смесей позволит значительно снизить эксплуатационные потери и увеличить продолжительность эксплуатации футеровки электрической тигельной печи сопротивления.

Список источников

1. Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Пьянкин А.П., Кузаков А.А., Высотский Д.В., Кузьмин М.П. Оптимизация некоторых элементов технологии производства алюминия // Цветные металлы и минералы – 2018: сб. докл. XX Междунар. конгресса (г. Красноярск, 10–14 сентября 2018). Красноярск, 2018. С. 541–545.
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, № 5. P. 1406–1418. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/transactions-of-nonferrous-metals-society-of-china> (14.01.2023).
3. 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. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scientific.net/SSP/Details> (18.01.2023).
4. 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. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.springer.com/journal/40962> (18.01.2023).
5. 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 Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, апр. 2020 (г. Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.). Иркутск, 2020. С. 68–71.
6. 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: ИРНТУ, 2021. С. 71–75. [Электронный ресурс]. URL: https://www.istu.edu/upload/iblock/a82/sbornik_trud2017.pdf (15.01.2023).
7. 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. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2020/02> (13.01.2023).
8. 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: ИРНТУ, 2019. С. 45–50.
9. Сахаревич А.Н. Индукционные тигельные печи. Конструктивные отличия, эксплуатация // Литье и металлургия. 2012. № 3. С. 242–245. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21801443> (21.01.2023).
10. 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, апр. 2020 (г. Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.). Иркутск, 2020. С. 56–59.

11. Евсеев Н.В, Матвеев И.Д., Кузьмина М.Ю., Дрожженко А.П. Уменьшение пористости алюмосиликатных огнеупоров как способ улучшения их эксплуатационных характеристик // Переработка природного и техногенного сырья: сб. науч. трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института высоких технологий. Иркутск: ИРНТУ, 2020. С. 86–90.
12. Перепелицин В.А., Сизов В.И., Рывин В.М., Игнатенко В.Г. Износоустойчивость огнеупоров в пирометаллургии алюминия // Новые огнеупоры. 2007. № 9. С. 15–19.
13. Зинченко, Ю.А. Оптимизация состава футеровки плавильных печей // Вестник Донского государственного технического университета. 2009. Т. 9. № 3. С. 481–491. [Электронный ресурс]. URL: <https://sciup.org/vestnik-donstu/2009-3-42-9> (12.01.2023).
14. Сасса В.С. Футеровка индукционных электропечей. М.: Металлургия, 1989. 232 с.
15. 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.
16. Кузьмин М.П., Кузьмина М.Ю., Григорьев В.Г., Касим А.М. Расчёт нагрева стального стержня, используемого при рафинировании технического алюминия // Вестник ИрГТУ. 2019. № 23. С. 617–627. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38470579> (21.01.2023).
17. Левшин Г.Е. Пути совершенствования индукционных тигельных печей // Черная металлургия. 2019. Т. 62. № 2. С. 97–102.
18. Сизов В.И., Тонков В.Н., Копейкина Л.Я. Корундовые массы для футеровки печей чугуно-плавильного производства // Огнеупоры и техническая керамика. 2001. № 9. С. 51–53.
19. Кузьмин М.П., Ларионов Л.М., Кузьмина М.Ю., Григорьев В.Г. Промышленное использование отхода производства плавиковой кислоты – фторгипса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9. № 2. С. 324–333. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39385351> (18.01.2023).
20. Матвеев И.Д., Кузьмина М.Ю. Анализ огнеупорных материалов, используемых для футеровки индукционных тигельных печей // Переработка природного и техногенного сырья: сборник науч. трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института высоких технологий. Иркутск: ИРНТУ, 2022. С. 34–39.
21. Кузьмин М.П., Шестаков С.С., Кузьмина М.Ю., Журавлева А.С. Инновационное развитие металлургического комплекса Иркутской области // Вестник ИрГТУ. 2015. № 5. С. 236–240.
22. Сизяков В.М., Власов А.А., Бажин В.Ю. Стратегические задачи металлургического комплекса России // Цветные металлы. 2016. № 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 // Metallurgist. 2017. Vol. 61. P. 86–91. [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11015-017-0458-0> (14.01.2023).
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. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925838819328270> (20.01.2023).
25. Кузьмин М.П., Ларионов Л.М., Кузьмина М.Ю., Кузьмина А.С. Получение заэвтектических силуминов с использованием аморфного диоксида кремния // Цветные металлы. 2019. № 12. С. 29–36.

Информация об авторах / Information about the Authors

Кондратенко Александр Павлович,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
falcoalex1972@gmail.com

Alexander P. Kondratenko,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
falcoalex1972@gmail.com

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

Marina Yu. Kuzmina,
Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor,
Department of Metallurgy of Nonferrous Metals,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
kuzmina.my@yandex.ru

Перспектива добычи лития из рудных и гидроминеральных месторождений Иркутской области

© А.А. Лыткина, В.А. Говорин, Т.С. Минеева

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

Аннотация. Данная работа представляет обзор исследований по извлечению лития из рудного и гидроминерального сырья. Актуальность работы обусловлена резким повышением спроса на литий, являющегося базовым элементом для батарей электропитания современных электронных устройств и электромобилей. Рассмотрены рудные месторождения Юго-Восточной Сибири, такие как Урикское, Гольцовое и Белореченское. В АО «Иргиредмет» исследована и разработана технология обогащения руд этих месторождений, включающая операции дробления и обесшламливания, измельчения и классификации, гравитации и магнитной сепарации, флотации сподумена и обезвоживания концентрата. Показана схема извлечения лития в концентрат на уровне 70–80 %. Кроме того, в ряде случаев она позволяет извлекать ниобий, тантал, олово, бериллий и другие редкие металлы в товарную продукцию. Схема переработки сподуменного концентрата включает операции гранулирования, декрипитации, охлаждения, измельчения, сульфатизации, выщелачивания сульфата лития в раствор, концентрирования и очистки раствора, осаждения и кристаллизации карбоната лития. Извлечение лития из концентрата составляет 80–90 %. Подземные рассолы месторождений Иркутской области (Знаменское и Ковыктинское) являются конкурирующим сырьем для производства карбоната лития. Для извлечения лития из рассолов могут быть применены сорбционная и экстракционная технологии, что также создает предпосылки для эффективного извлечения попутных компонентов, главным образом, бромидов и хлоридов, которые присутствуют в рассолах в макроколичествах. Предложена технологическая схема переработки рассолов, обеспечивающая извлечение лития в товарную продукцию 89 %, бромидов – 94 %.

Ключевые слова: литийминеральное сырье, карбонат лития, карбонат лития аккумуляторного сорта, рудные месторождения

The Prospect of Lithium Extraction from Ore and Hydromineral Deposits of the Irkutsk Region

© Anna A. Lytkina, Victor A. Govorin, Tatiana S. Mineeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents an overview of research on the extraction of lithium from ore and hydro-mineral raw materials. The relevance of the work is due to a sharp increase in demand for lithium, which is the basic element for power supply batteries of modern electronic devices and electric vehicles. The article considers the ore deposits of South-Eastern Siberia, such as Urikskoye, Goltsovoye and Belorechenskoye. In the case of JSC "Irgiredmet", the article presents the technology of ore enrichment of the deposits including crushing and desalination operations, grinding and classification, grading and magnetic separation, flotation of spodumene and dewatering of concentrate. The article provides a scheme for capturing lithium at a concentration of 70–80 %. This scheme ensures the extraction of lithium into concentrate at the level of 70-80 %. In addition, in some cases, the scheme makes it possible to extract niobium, tantalum, tin, beryllium and other rare metals into marketable products. The scheme of processing of spodumene concentrate includes operations of granulation, decipitation, and cooling, grinding, sulfatization, leaching of lithium sulfate into solution, concentration and purification of solution, precipitation and crystallization of lithium carbonate. The extraction of lithium from the concentrate is 80-90 %. The underground brines of the Irkutsk region deposits (Znamenskoye and Kovyktinskoye) are competing raw materials for the production of lithium carbonate. Sorption and extraction technologies can be used to extract lithium from brines, which also creates prerequisites for the effective extraction of associated components, mainly bromides and chlorides, which are present in brines in macro quantities. The article proposes a technological scheme for the processing of brines, which ensures the extraction of lithium into commercial products 89%, bromides – 94 %.

Keywords: lithium mineral raw materials, lithium carbonate, lithium carbonate of the battery grade

Введение

В мировой экономике отмечается существенное повышение спроса на литий, являю-

щийся базовым элементом при производстве батарей для современных электронных устройств и электромобилей, что повлекло за

собой рост цены на карбонат лития в 3 раза за последние 5 лет.

Иркутская область обладает значительным потенциалом перспективных источников добычи солей лития как рудных (месторождения Восточного Саяна), так и гидроминеральных (месторождения Ковыктинское, Знаменское). Рассолы гидроминеральных месторождений Иркутской области являются комплексным сырьем, из которого вместе с карбонатом лития можно извлекать бром и хлорид кальция для производства гипохлорита кальция, который используется на золотоизвлекательных фабриках (ЗИФ).

В последнее время существенно повысился спрос на литий, являющийся базовым элементом при производстве батарей для современных электронных устройств и электромобилей. Источником энергии для электромобилей и гаджетов являются литийионные аккумуляторные батареи, для производства которых в основном используется карбонат лития, так называемого батарейного сорта, содержащий не менее 99,5 % основного вещества. В настоящее время отечественная промышленность не имеет собственных крупных мощностей добычи и производства карбоната лития батарейного сорта, а использует им-

портное высокообогащенное сырье, что обуславливает научное и бизнес-сообщество России обратить внимание на перспективные источники добычи лития в Иркутской области – месторождения сподуменовых руд и гидроминеральные месторождения подземных вод.

Месторождения сподуменовых руд

На рис. 1 представлена карта литиеносных месторождений и рудопроявлений, расположенных в Южной Сибири [1–3], на которой видно, что на территории Иркутской области в Восточном Саяне находятся несколько рядом расположенных средних по мощности месторождений лития – Урикское, Гольцовое, Белореченское.

В институте Иргиредмет НИР работы по исследованию и разработке технологии обогащения литийсодержащих руд этих месторождений с получением сподуменовых концентратов (содержащих не менее 4,5 % Li_2O) начаты в середине XX века. Для изученных проб сподуменовых руд характерен следующий химический состав, %: $0,6 \div 1,6 \text{ Li}_2\text{O}$, $71 \div 73 \text{ SiO}_2$, $18 \div 20 \text{ Al}_2\text{O}_3$, $1,0 \div 2,0 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $0,9 \div 1,1 \text{ FeO}$, $0,2 \div 0,4 \text{ CaO}$, $0,2 \div 0,4 \text{ MgO}$, $0,5 \div 0,6 \text{ P}_2\text{O}_5$, $< 0,02 \text{ Ta}_2\text{O}_5$ и Nb_2O_5 .

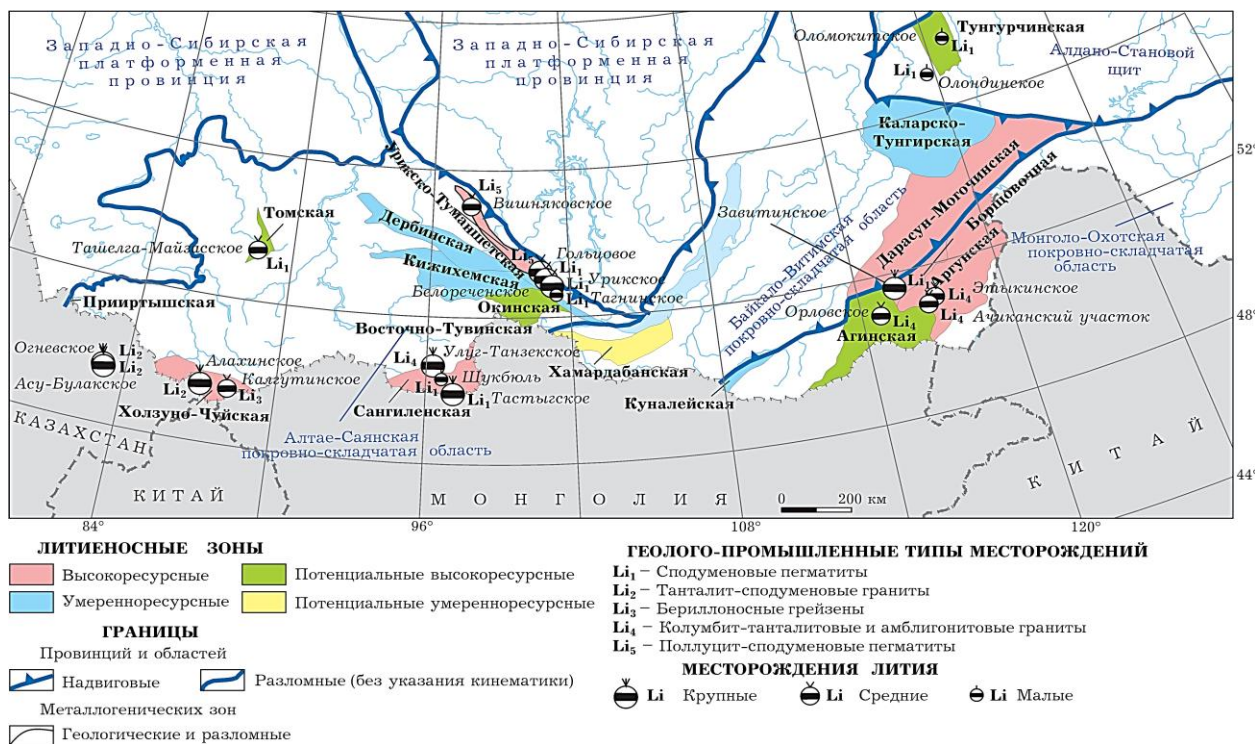


Рис. 1. Литиеносные месторождения и рудопроявления Южной Сибири. Карта составлена Г.С. Гусевым [1]

На основании проведенных исследований рекомендована принципиальная гравитационно-флотационная технологическая схема обогащения, которая представлена на рис. 2. Обогащение сподуменовых руд включает типичные операции для обогащения редкометалльного сырья – дробление и обесшламливание, измельчение и классификацию, гравитацию и магнитную сепарацию, флотацию сподумена и обезвоживание концентрата [4].

Извлечение лития в сподуменовой концентрат, который является исходным сырьем производства карбоната лития батарейного сорта, оценивается на уровне 70–80 % при содержании его $\geq 4,5$ %.

Следует отметить, что попутное выделение в товарные концентраты, содержащихся в рудах других редких металлов, таких как ниобий, тантал, олово, бериллий и т. д. положительно скажется на экономической эффективности производства.

Обогатительную фабрику целесообразно расположить на месте добычи руды, а дальнейшую металлургическую переработку сподуме-

нового концентрата в инфраструктурно развитых промышленных районах Иркутской области в непосредственной близости от узловых железнодорожных станциях Транссиба – Тайшет, Нижнеудинск, Черемхово, Ангарск и т. д.

Для получения карбоната лития аккумуляторного сорта из сподуменовых концентратов доминирующей технологией в промышленности в настоящее время является сернокислотная схема. Принципиальная блок-схема производства карбоната лития из сподуменовой концентрата представлена на рис. 3 [5].

Технологическую схему переработки сподуменовой концентрата условно можно разбить на четыре крупных блока:

– головные операции (гранулирование, декрипитация, охлаждение, измельчение и сульфатизация), для получения β -сподумена концентрат нагревается необходимое время в интервале температур 1000–1350 °С, в результате чего происходит декрипитация минерала:

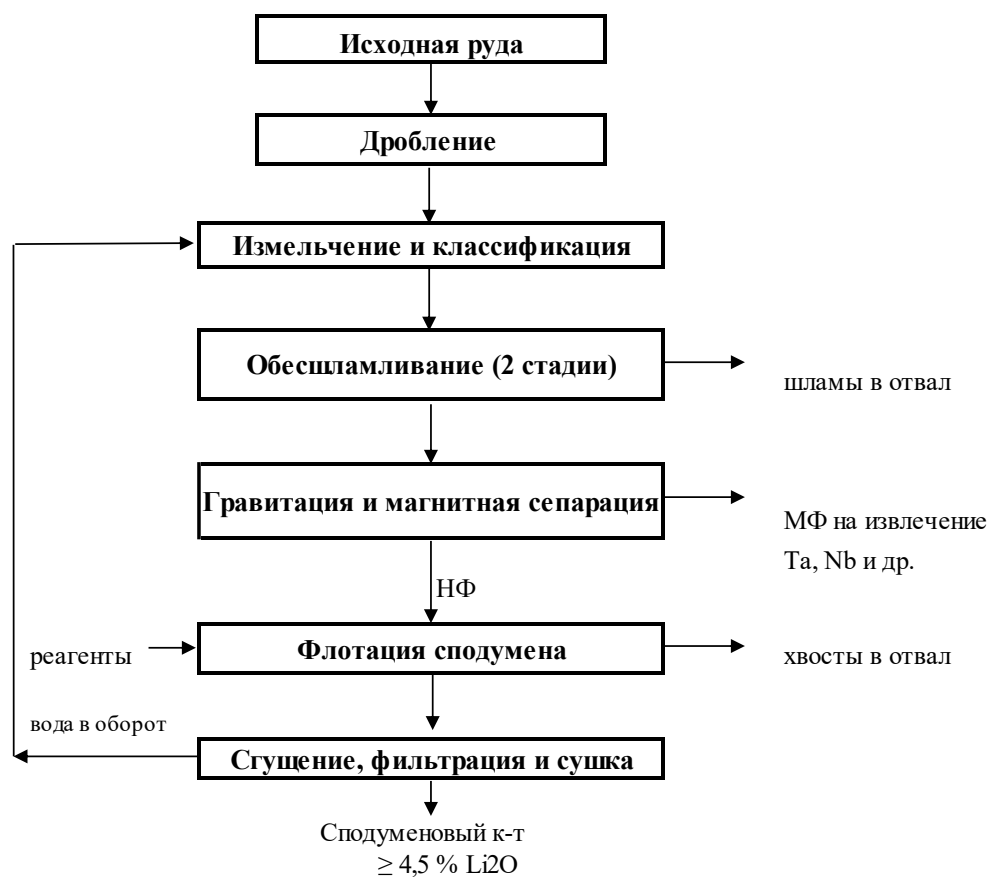
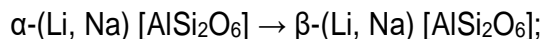


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема обогащения сподуменовых руд

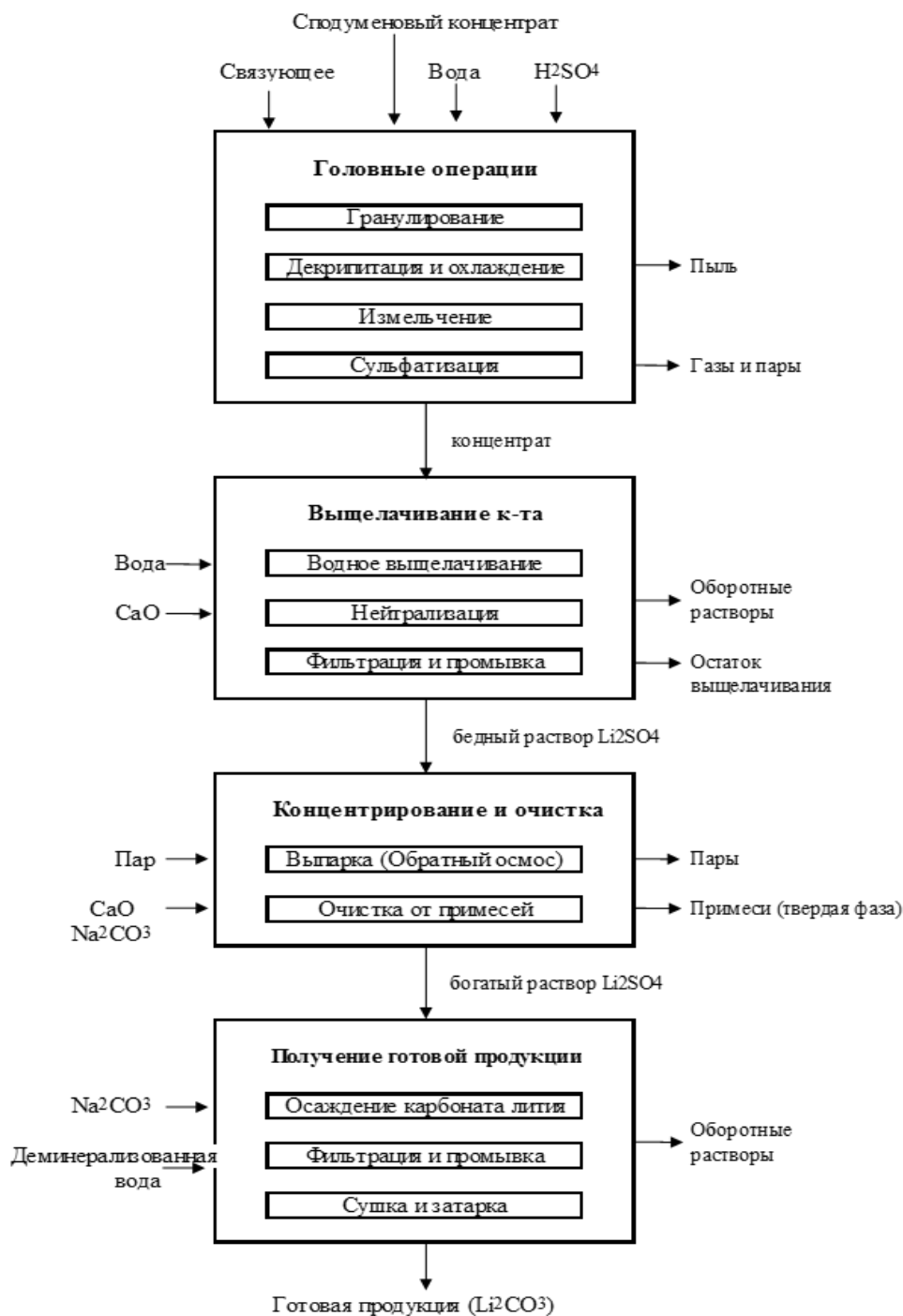


Рис. 3. Принципиальная блок-схема производства карбоната лития из сподуменового концентрата

- выщелачивание концентрата с переводом сульфата лития в раствор;
- концентрирование и очистка (выпарка и/или обратный осмос, очистка раствора сульфата лития от примесей);
- получение готовой продукции (осаждение и кристаллизация карбоната лития, фильтрация и промывка, сушка).

Применяемые в промышленности техно-

логии производства карбоната лития батарейного сорта из рудного сырья в основном отличаются методами доочистки раствора сульфата лития от щелочных и щелочноземельных металлов. Это или сорбционная очистка, или карбонизация/декарбонизация. Выбор того или другого метода зависит от химического состава исходного сподуменового концентрата и определяется на исследователь-

ской стадии. Извлечение лития из концентрата в товарную продукцию находится на уровне 80–90 %. При переработке стоков в качестве попутной продукции можно получать товарный сульфат натрия, что позволит организовать замкнутый водооборот. Наряду с кислотными методами переработки литийсодержащих сподуменов существуют щелочные методы, основанные на спекании с известняком. В высокой стадии готовности к внедрению находится автоклавный процесс выщелачивания лития карбонатными растворами.

Литий гидроминеральное сырье

Открытие и разработка в 90-х годах прошлого века богатейшего месторождения литиевой рапы в Чили произвели коренной переворот на рынке литиевой продукции. Подземные рассолы становятся во всем мире конкурирующим сырьем для производства Li_2CO_3 из-за более низких издержек по сравнению с получением карбоната лития из рудного сырья. Кроме Чили огромные запасы литийсодержащих рассолов находятся в Боливии,

Аргентине, Китае, России и США [6–8].

Состав рассолов в различных месторождениях литиевого гидроминерального сырья (ЛГМС), имеющегося в различных местах планеты, приведены в таблице «Характеристика ЛГМС некоторых месторождений мира».

В таблице представлены два месторождения ЛГМС Иркутской области – Ковыктинское, которое является также крупнейшим месторождением добычи природного газа, и Знаменское. Оба имеют близкий химический состав. Рассолы Ковыктинского и Знаменского месторождений относятся к кальций-магниевый хлоридному типу, в отличие от натрий-калий хлоридного типа рассолов Чили и Аргентины, являющихся основными продуцентами лития из ЛГМС в мире. Концентрация лития в рассолах Ковыктинского и Знаменского месторождений находится на довольно высоком уровне от 0,39 до 0,48 г/л и, кроме того, рассолы имеют высокие промышленные концентрации брома 6–10 г/л, который также можно попутно получать в виде товарной продукции – жидкого молекулярного брома.

Характеристика ЛГМС некоторых месторождений мира

Страна (месторождение)	Концентрация, г/л							
	Li ⁺	Na ⁺	K	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻
США, Невада (оз. Сильвер Пик)	0,44	88,0	2,9	0,7	0,6	128,5	Н.д*	–
Чили (Атакама)	0,5–2,0	113,4	6,24	11,4	0,5	210,6	17,2	–
Боливия (Де-Юни)	0,8–2,0	105,2	9,21	16,6	0,5	190,5	9,1	–
Россия (Тарумовское)	0,2	67,0	60,0	0,8	10,3	127,3	Н.д	0,6
Китай, Цинхай (Дунтай)	0,49	68,6	60,0	29,3	–	190,4	23,1	–
Китай, Цинхай (Илипин)	0,96	1,4	117,0	107,8	4,3	326,0	0,1	–
Россия, Республика Саха (Удачинский комплекс)	0,41	35,6	192,0	11,2	65,5	220,0	–	4,8
Россия, Красноярский край (Сухотунгусское)	0,22	46,8	23,1	9,5	58,8	233,9	–	3,2
Россия, Эвенкия (Верхнекостинское)	0,45	50,2	19,7	11,2	81,7	271,8	–	5,6
Россия, Иркутская область (Знаменское)	0,48	2,4	4,3	28,5	134,3	322,5	–	10,6
Россия, Иркутская область (Ковыктинское)	0,39	1,9	11,7	29,0	154,0	338,9	–	6,3

Примечание: * – нет данных.

Ниже (рис. 4) приводится краткое описание перспективных технологий извлечения лития из рассолов семи зарубежных компаний, внедренных или находящихся на стадии близкой к реализации.

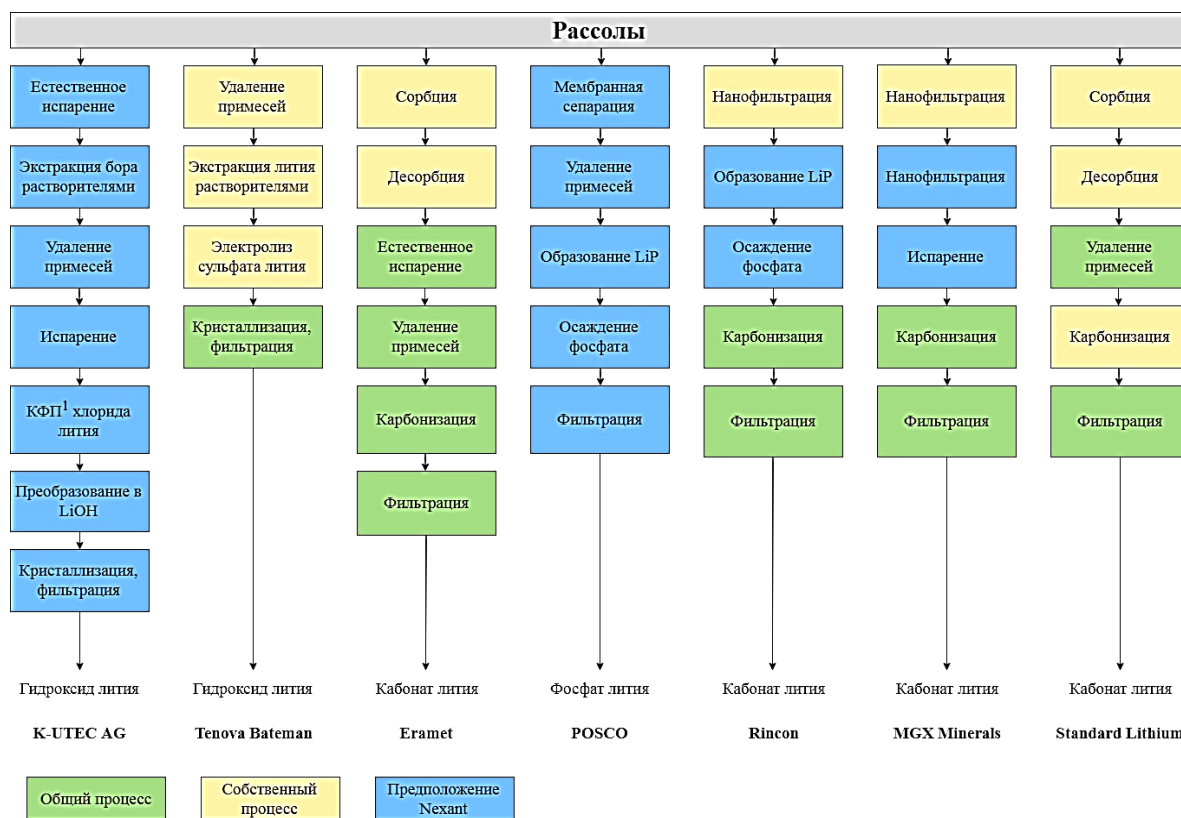
Как видно из представленной информации, применение современных технологических методов – сорбционной технологии, нанофильтрации, экстракции, электролиза и т. д. создает предпосылки для эффективного извлечения лития из рассолов сложного химического состава. Производители и разработчики технологий вкладывают крупные средства в развитие перспективных процессов извлечения лития, чему способствует рост цены на карбонат лития в 3 раза с 25 до 75 долл. США за 1 кг за последние 5 лет.

На территории Иркутской области также находятся источники литийсодержащих рассолов, к которым относятся Знаменское и Ковыктинское месторождения.

Исследованиями по извлечению лития из

рассолов этих месторождений занимались компании ООО НПВФ «Брайнсиб» и ЗАО «Экостар-Наутех» [9]. В технологии извлечения лития из рассолов компании применяли сорбционный процесс с использованием селективного сорбента ДГАЛ-С1, синтез которого осуществляется из активированных (дефектных) форм гидроксида алюминия с получением хлорсодержащей разновидности двойного гидроксида алюминия и лития – $\text{LiCl}_2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ [10].

На рис. 5 представлена рекомендуемая принципиальная технологическая схема комплексной переработки рассолов Знаменского и Ковыктинского месторождений с извлечением лития и брома. При переработке кальций-магний хлоридных рассолов промежуточным продуктом является хлорид лития либо в виде соли, либо – 20 %-го концентрированного раствора LiCl , если завод производства конечного продукта в виде Li_2CO_3 будет находиться рядом.



Примечание:

¹ КФП – кристаллизация, фильтрация, промывка.

² LiP – фосфат лития.

³ Без учета стадий подготовки продукта (сушки, упаковки).

Рис. 4. Краткое описание перспективных технологий извлечения лития из рассолов зарубежных компаний

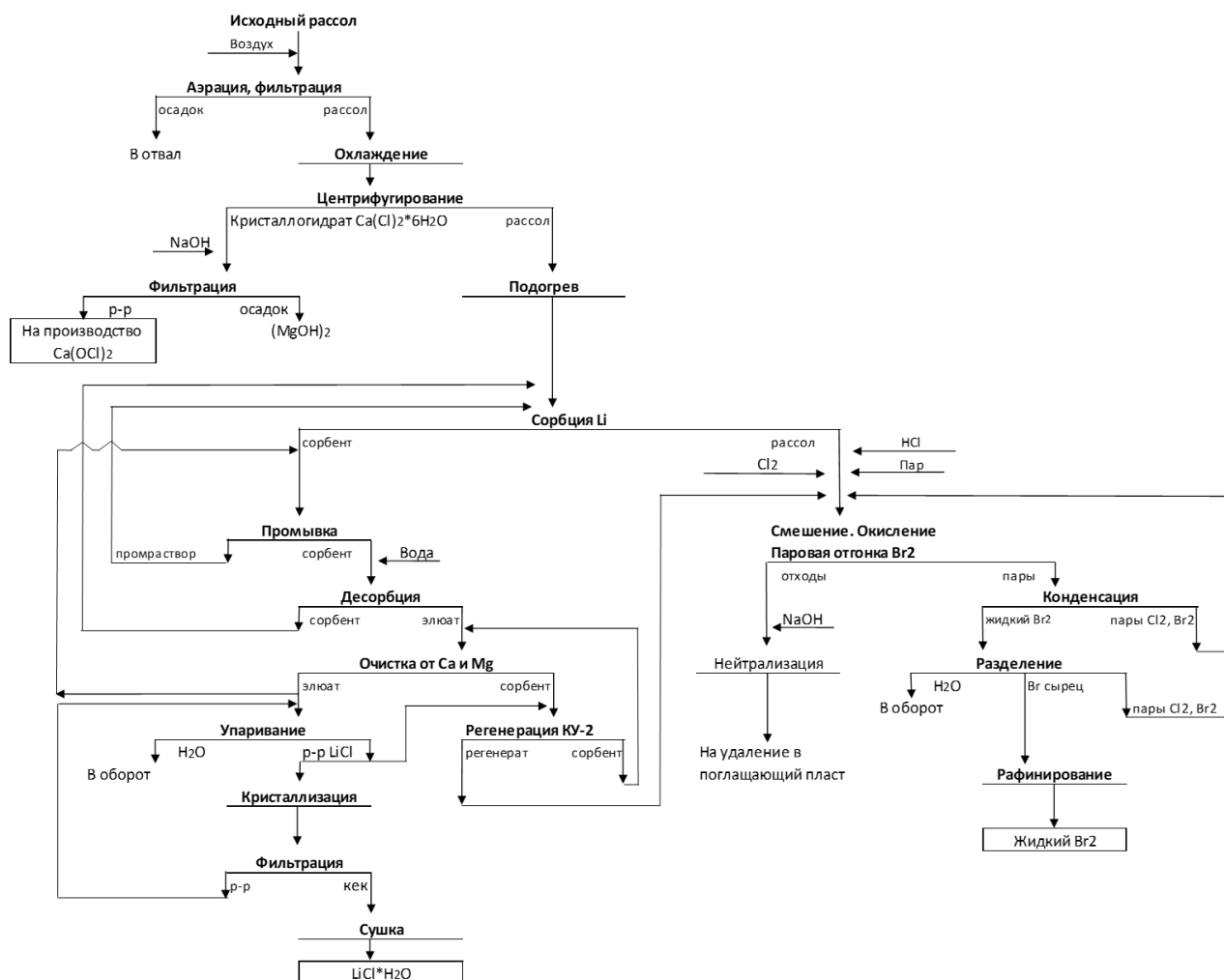


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема извлечения лития и брома из рассолов Знаменского и Ковыктинского месторождений

В связи с высокой концентрацией хлорида кальция от 350 до 400 г/л рассолы ЛГМС Иркутской области можно рассматривать как потенциальное сырье для получения гипохлорита кальция, который в больших объемах используется на ЗИФ на операции обезвреживания хвостовой пульпы. По рекомендованной схеме предусмотрено выделение хлорида кальция в виде кристаллогидратов в голове процесса, что значительно снизит затраты на очистку хлорида лития от этой примеси. Извлечение лития из рассолов Знаменского и Ковыктинского месторождений оценивается на уровне 89 %, брома – 94 %. Для оценки целесообразности извлечения лития, брома и кристаллогидратов хлорида кальция из рассолов Иркутской области в первую очередь необходимо выполнить предварительное технико-экономическое обоснование.

Заключение

В мировой экономике отмечается существенное повышение спроса на литий, являющийся базовым элементом при производстве батарей для современных электронных устройств и электромобилей, что повлекло за собой рост цены на карбонат лития в 3 раза за последние 5 лет. Иркутская область обладает значительным потенциалом перспективных источников добычи солей лития как рудных (месторождения Восточного Саяна), так и гидроминеральных (месторождения Ковыктинское, Знаменское).

Рассолы гидроминеральных месторождений Иркутской области являются комплексным сырьем, из которого, наряду с карбонатом лития, можно извлекать бром и хлорид кальция для производства гипохлорита кальция, который используется на ЗИФ.

Для освоения литийсодержащих месторождений Иркутской области необходимо тесное взаимодействие АО «Иргиредмет»,

недропользователей и инвесторов по финансированию НИОКР по разработке и внедрению технологий переработки сырья.

Список источников

1. Владимирова А.Г., Ляхов Н.З., Исупов В.П., Загурский В.Е., Гусев Г.С., Белозеров И.М. // Разведка и охрана недр. 2011. № 6. С 13–20.
2. Панова Е.Н., Копбаева С.М. Получение карбоната лития из сподумена методом декрипитации // Фундаментальные и прикладные научные исследования. 2019.
3. Рябцев А.Д. Гидроминеральное сырьё – неисчерпаемый источник лития в XXI веке // Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 7.
4. Кудрявцев П.Г., Кудрявцев Н.П. Сравнение эффективности способов извлечения лития и его соединений из природного сырья // Проблемы переработки промышленных и бытовых отходов. 2017.
5. Коцупало Н.П., Рябцев А.Д. Химия и технология получения солей лития из литиеносного гидроминерального сырья. Новосибирск: «Гео», 2008.
6. Менжера Л.Т. Рябцев А.Д., Мамылова Е.В. Селективный сорбент для извлечения лития из хлоридных высокоминерализованных рассолов // Известия Томского политехнического университета. 2004. № 7.
7. Кудрявцев П.Г., Кудрявцев Н.П. Литий: ресурсы, добыча и перспективы развития мирового рынка // International scientific journal life and ecology. 2018. № 1–2. С. 116–117.
8. Ратчина Т.И., Белова Т.П. Проблемы извлечения лития из гидроминерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 535. С. 158–165.
9. Боярко Г.Ю., Хатьков В.Ю., Ткачева Е.В. Сырьевой потенциал лития России // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. №12. С. 7–16.
10. Пат. 2688593 Российская Федерация, МПК C02F 1/28. Способ сорбционного извлечения лития из литийсодержащих хлоридных рассолов/ Р.З. Сахабутдинов, Ф.Р. Губайдуллин, Л.В. Кудряшова, Е.Ю. Звездин, Е.С. БУслаев: заявитель и патентообладатель Публичное акционерное общество «Татнефть» им. В.Д. Шашина. Заявл. 16.08.2018; опубл. 21.05.2019.

Информация об авторах / Information about the Authors

Лыткина Анна Алексеевна,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
anya.lytkina.99@mail.ru

Anna A. Lytkina,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St, 664074 Irkutsk,
Russian Federation
anya.lytkina.99@mail.ru

Говорин Виктор Александрович,
ведущий научный сотрудник
лаборатории гидрометаллургии
АО «Иргиредмет»,
664025, г. Иркутск, б-р Гагарина, д. 38,
govorin@irgiredmet.ru

Victor A. Govorin,
Leading Researcher of Hydrometallurgy Laboratory,
JSC "Irgiredmet",
38 Gagarin Ave., 664025 Irkutsk,
Russian Federation
govorin@irgiredmet.ru

Минеева Татьяна Султановна,
к.т.н., доцент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ksu@inbox.ru

Tatiana S. Mineeva,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor of High Technologies Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St, 664074 Irkutsk,
Russian Federation,
ksu@inbox.ru

Схема и основное оборудование для производства алюминиевых слитков

© Н.В. Немчинова, В.Е. Корягин

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

Аннотация. В настоящее время развитие научного прогресса в алюминиевом производстве происходит в условиях жесткой борьбы на мировом рынке, главными требованиями которого являются повышение эффективности и качества конечной продукции. В условиях действующего кризиса в металлургии главным направлением развития алюминиевой отрасли в последнее время стала тенденция увеличения в общей структуре производства продуктов высокого уровня обработки. Самым востребованным продуктом на мировом рынке потребления алюминия являются алюминиевые сплавы, которые могут изготавливаться в виде слитков, проката, профилей и упаковочных материалов, которые полностью удовлетворяют требованиям конечного потребителя. Одним из перспективных проектов ОК «РУСАЛ» является производство плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии, относящиеся к сплавам системы Al-Mg. Сплавы данной серии находят широкое применение в качестве основных материалов в транспортной, авиационной, космической и строительной отраслях, в пищевой промышленности и энергетике. В статье описано современное технологическое оборудование для производства крупногабаритных плоских слитков. Для их производства применяются миксер, гидроподъемник, машины для литья полунепрерывным способом, литейные ковши, а также технологическая оснастка и др. Для получения высококачественных слитков обязательным условием является проведение фильтрации и дегазации расплава, исключение образования пористости после отжига.

Ключевые слова: алюминиевая промышленность, первичный алюминий, алюминиевые сплавы серии 5XXX, крупногабаритные плоские слитки, оборудование для производства слитков

Scheme and Main Equipment for Aluminum Ingots Production

Nina V. Nemchinova, Vladislav E. Koryagin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. At present, the development of scientific progress in aluminum production is taking place in the conditions of a tough struggle in the world market, the main requirements of which are to increase the efficiency and quality of the final product. In the conditions of the current crisis in metallurgy, the main trend in the development of the aluminum industry has recently become a trend towards an increase in the overall structure of the production of high-level products. The most demanded product in the global aluminum consumption market is aluminum alloys, which can be produced in the form of ingots, rolled products, profiles, packaging materials that fully meet the requirements of the end user. One of the promising projects of UC RUSAL is the production of flat ingots from aluminum alloys of the 5XXX series, related to the alloys of the Al-Mg system. Alloys of this series are widely used as basic materials in the transport, aviation, space and construction industries, in the food industry and energy. The article describes modern technological equipment for the production of large-sized flat ingots. For their production, a mixer, a hydraulic tipper, machines for semi-continuous casting, casting ladles, as well as technological equipment, etc. are used. To obtain high-quality ingots, it is necessary to carry out filtration and degassing of the melt, eliminating the formation of porosity after annealing.

Keywords: aluminum industry, primary aluminum, aluminum alloys of the 5XXX series, large-sized slabs, equipment for the production of ingots

Введение

В настоящее время продукция ОК «РУСАЛ» экспортируется в 70 стран мира. При этом предприятия непрерывно увеличивают производственные мощности за счет установки современного оборудования и активно развиваются. Рис. 1 показывает в общем виде объемы продаж ОК «РУСАЛ».

На рис. 1 можно заметить, что основные виды продуктов ОК «РУСАЛ» на рынке потребления, после первичного алюминия, являются плоские слитки из алюминиевых сплавов, которые в основном идут на дальнейшую переработку [1]. Преобладающее большинство сплавов приходится на серии 1XXX и 5XXX (рис. 2).

Необходимо отметить, что крупногабаритные плоские слитки (КГПС) 5XXX серии относятся к сплавам системы Al-Mg и постоянное использование получили в машиностроительной отрасли с 1940-х гг. Благодаря тому, что сплавы прочные и коррозионностойкие, заготовки из них находят широкое применение во многих отраслях промышленности: судостроении, авиастроении, автостроении и др. В табл. 1 приведен состав сплавов 5XXX серии (согласно ТУ 1713–098–05785276–01).

Схема принципа полунепрерывного литья приведена на рис. 3 [2, 3].

Помимо миксеров, гидравлических кантователей, машин полунепрерывного литья и разливочных ковшей, для изготовления слитков также используются технологическая

оснастка, весы для статического взвешивания (ГОСТ 29329-92), весы SKALEX–500 фирмы «PIVOTEX», специальная печь для сушки флюсов.

Наклонную печь камерного типа, показанную на рис. 4 [2, 3], применяют как миксер.

Миксер имеет неподвижный купол с трубчатым нагревателем (рис. 5). В основном он используется для удержания расплава, регулирования температуры и химических параметров, выгрузки расплава.

На предприятиях ОК «РУСАЛ» для транспортировки расплава к месту заливки используется специальный стальной ковш, а миксеры оборудованы специальными заливочными карманами для заливки металла и расположены выше центра тяжести ковша (рис. 6).

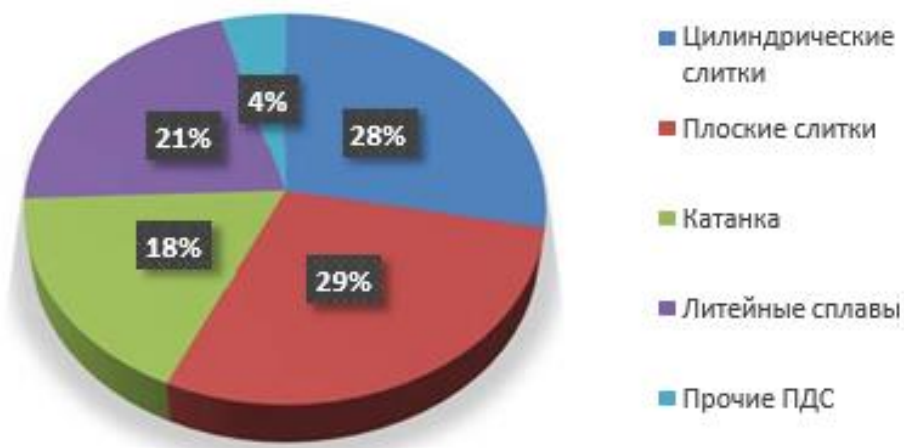


Рис. 1. Показатели продаж основной продукции организации ОК «РУСАЛ»



Рис. 2. Объемы выпуска КГПС основных серий сплавов, %

Таблица 1. Химический состав сплавов 5XXX серии

Обозначение марок		Массовая доля элементов, %												
По НД*	ИСО 209-1	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Другие элементы	Прочие элементы		Al	
											Отдельн.	Σ		
AMг 0,5	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4-	-	-	-	-	-	0,05	0,1	Остальное
1505						0,8								
AMг1	AlMg1	0,30	0,7	0,20	0,20	0,50-	0,10	0,25	-	-	-	0,05	0,15	то же
1510	5005					1,1								
AMг 1,5	AlMg1,5	0,40	0,7	0,20	0,10	1,1-	0,10	0,25	-	-	-	0,05	0,15	то же
	5050					1,8								
AMг 2	AlMg2	0,40	0,50	0,15	0,1-	1,8-	0,05	0,15	0,15	-	-	0,05	0,15	то же
1520	5251				0,6	2,6								
AMг 2,5	AlMg2,5	0,25	0,40	0,10	0,10	2,2-	0,15-	0,10	-	-	-	0,05	0,15	то же
	5052					2,8	0,35							
AMг3	-	0,5-	0,5	0,1	0,3-	3,2-	0,05	0,2	0,1	-	-	0,05	0,1	то же
1530		0,8			0,6	3,8								
-	AlMg3	0,40	0,40	0,10	0,50	2,6-	0,30	0,20	0,15	Mn+ Cr:	0,05	0,15	то же	
	5754					3,6				0,10-0,6				
AMг3,5	AlMg3,5	0,25	0,40	0,10	0,10	3,1-	0,15-	0,20	0,20	Be:	0,05	0,15	то же	
	5154					3,9	0,35			0,0008				
AMг 4,0	AlMg4	0,40	0,50	0,10	0,20-	3,5-	0,05-	0,25	0,15	-	-	0,05	0,15	то же
1540	5086				0,7	4,5	0,25							
AMг 4,5	AlMg4,5	0,40	0,40	0,10	0,40-	4,0-	0,05-	0,25	0,15	-	-	0,05	0,15	то же
	5083				1,0	4,9	0,25							
	AlMg4,5Mn0,4	0,20	0,35	0,15	0,2-	4,0-	0,10	0,25	0,10			0,05	0,15	то же
	5182				0,5	5,0								
-	AlMg5Cr	0,30	0,40	0,10	0,05-	4,5-	0,05-	0,10	-	-	-	0,05	0,15	то же
	5056				0,20	5,6	0,20							
AMг5	-	0,5	0,5	0,1	0,3-	4,8-	-	0,2	0,02-	Be:	0,05	0,1	то же	
1550					0,8	5,8			0,10	0,0002-0,005				
AMг 6	-	0,4	0,4	0,1	0,5-	5,8-	-	0,2	0,02-	Be:	0,05	0,1	то же	
1560					0,8	6,8			0,10	0,0002-0,005				

*Нормативная документация: ГОСТ 1131, ГОСТ 8617, ГОСТ 15176, ГОСТ 17232, ГОСТ 18475, ГОСТ 18482, ГОСТ 21488, ГОСТ 22233, ГОСТ 23786.

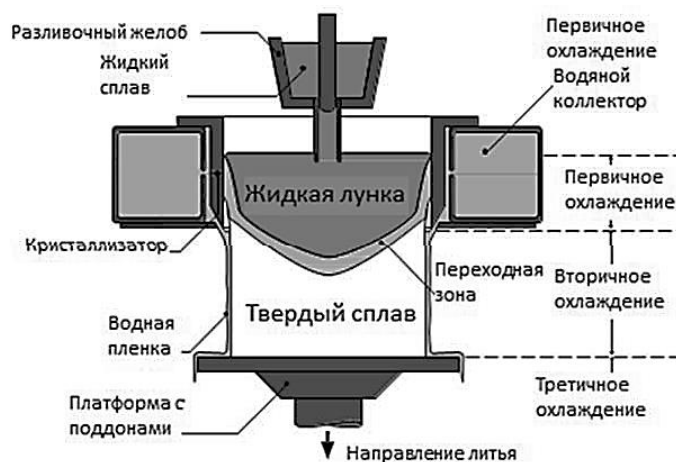
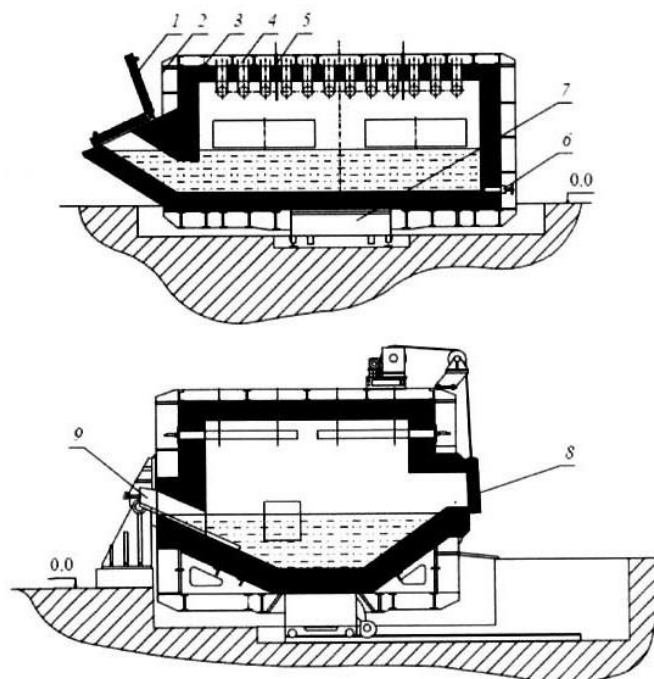


Рис. 3. Схема принципа полунепрерывного литья слитков



Рис. 4. Миксер



1 – заливочная крышка; 2 – кожух; 3 – футеровка; 4 – нагревательные элементы; 5 – термопара для контроля температуры печи; 6 – летка аварийного слива; 7 – магнитно-гидродинамический перемешиватель; 8 – рабочее окно; 9 – сливной носок

Рис. 5. Схема миксера



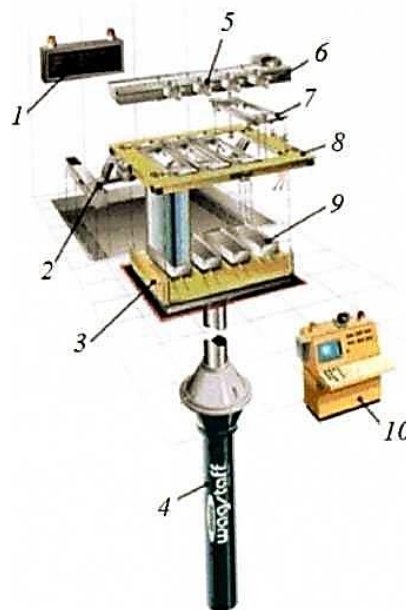
Рис. 6. Заливка расплава алюминия из ковша в миксер

Вертикальная литейная машина, показанная на рис. 7 [3, 4], используется для отливки плоских слитков.

Кристаллизаторы, лоток, коллектор и дозирующие лотки являются специализированным техническим оборудованием. Кристаллизатор обеспечивает размер и геометрию слитка [3, 4] (рис. 8). Поддон, показанный на рис. 9, применяется с целью формирования донной части слитков и их поддерживания в процессе литья [5]. Коллектор применяется для подачи охлаждающей воды в кристаллизатор непосредственно в процессе литья слитков. Лоток распределения металла необходим для подвода сырца к кристаллизатору через втулку.

Процесс литья состоит из следующих этапов: установка литейного лотка на форму, позиционирование распределительного лотка

(кольцо должно находиться в центре формы), перестановка в каждой форме, подача охлаждающей воды в форму, выполнение команды «вращение миксера», заполнение формы жидким металлом до 1/3 высоты, включение рабочей площади хода стола.



1 – информационный дисплей; 2 – поворотный механизм литейного стола; 3 – платформа для поддонов ShurStart; 4 – литейный цилиндр ShurCast; 5 – система лазерного регулирования уровня металла в кристаллизаторе; 6 – распределительный желоб LaundAir; 7 – кристаллизатор Epsilon; 8 – литейный стол; 9 – поддоны; 10 – пульт управления системы AutoCast

Рис. 7. Схема литейной системы Wagstaff для прокатных слитков



Рис. 8. Кристаллизатор Рис. 9. Поддон

В.И. Напалков и его соавторы, а также многие другие исследователи определили ряд условий (описанных здесь комплексно) [6–9], которые необходимо соблюдать для получения прутков требуемого качества из алюминия с регулируемым содержанием пористости:

1) концентрация железа должна быть больше на 0,02...0,05 % масс. и примерно в 1,2...1,5 раза превышать содержание кремния в сплаве. Это способствует уменьшению горячеломкости сплава, а также при проведении рекристаллизационного отжига уменьшает склонность зерна к росту; при этом в холодном состоянии наблюдается повышение пластичности и увеличивается изотропность свойств сплава в слитке;

2) добавление 0,02 % масс. Ti рекомендуется для алюминиево-титановых сплавов, а 0,005 % масс. Ti рекомендуется для сплавов Al-5Ti-B при использовании в расплаве;

3) концентрация марганца в сплаве не должна превышать 0,03 % масс., чтобы избежать необходимости аномального роста зерна при рекристаллизационном отжиге.

Расплав необходимо подвергать фильтрации. Также расплав необходимо дегазировать (с целью снижения содержания водорода до 0,10 см³/100 г) для того, чтобы после отжига нивелировать образование пористости. К увеличению пористости в слитках может приводить повышение температуры литья более регламентируемой.

Температура плавления для литья круглых слитков должна быть повышена на 50–100 °С от температуры плавления сплава, а

для литья плоских слитков – на 40–80 °С выше [10]. Для сплавов серии 5XXX рекомендуется проводить процесс при температуре от 695 до 720 °С и скорости литья в диапазоне от 5,39 до 6,5 м/ч.

Для анализа литейных процессов с целью минимизации возникновения различных дефектов [11] наибольшее развитие получают различные компьютерные модели [12], в частности, основанные на применении программного комплекса ProCAST – профессиональной системе компьютерного 3D-моделирования литейных процессов методом конечных элементов. Помимо крупногабаритных плоских слитков, ОК «РУСАЛ» использует оборудование с малогабаритными изложницами для производства сплавов и алюминия технической чистоты. Так, в табл. 2 можно увидеть расчет результатов моделирования кристаллизации чушки.

Вариант 1

Исходная конструкция изложницы без водяного орошения сверху, T_{литья} A8 = 710 °С, T_{литья} AlSi7 = 660 °С;

Вариант 2

Новая конструкция изложницы без водяного орошения сверху, T_{литья} A8 = 710 °С, T_{литья} AlSi7 = 660 °С;

Вариант 3

Новая конструкция изложницы с ребрами без водяного орошения сверху, T_{литья} A8 = 710 °С, T_{литья} AlSi7 = 660 °С;

Вариант 4

Исходная конструкция изложницы с водяным орошением сверху (3,5 метра от точки литья), T_{литья} A8 = 710 °С, T_{литья} AlSi7 = 660 °С;

Таблица 2. Результаты моделирования кристаллизации чушки

Вариант	Сплав A8				Сплав AlSi7			
	Минимальная высота усадочной раковины, мм	Средняя высота усадочной раковины, мм	Максимальная высота усадочной раковины, мм	Доля пористости в отливке, %	Минимальная высота усадочной раковины, мм	Средняя высота усадочной раковины, мм	Максимальная высота усадочной раковины, мм	Доля пористости в отливке, %
Вариант 1	3	11,7	12	9,56	2,5	10	12	5,26
Вариант 2	3,2	8,7	9,0	11,21	2	8,7	13	5,95
Вариант 3	2,8	8,2	8,6	7,29	2	8,5	12	4,79
Вариант 4	2,9	18,5	30	9,31	2,2	23,9	40,2	6,25
Вариант 5	3,1	18,7	26	11	2	17,7	40,3	6,88
Вариант 6	2,7	13,4	30	7,18	2	16,5	38,7	6,35

Таблица 3. Результаты моделирования дефектов в теле чушки

Вариант	Сплав А8			Сплав А1Si7	
	Доля пористости в чушке в %, при Т заливки 710 °С, расходе воды на первичное охлаждение 335 м ³ /ч	Доля пористости в чушке в %, при Т заливки 690 °С, расходе воды на первичное охлаждение 335 м ³ /ч	Доля пористости в чушке в %, при Т заливки 690 °С, расходе воды на первичное охлаждение 129,5 м ³ /ч	Доля пористости в чушке в %, при Т заливки 660 °С, расходе воды на первичное охлаждение 335 м ³ /ч	Доля пористости в чушке в %, при Т заливки 660 °С, расходе воды на первичное охлаждение 129,5 м ³ /ч
Вариант 1	9,56	9,23	9,10	5,26	5,29
Вариант 2	11,21	10,81	10,77	5,95	5,98
Вариант 3	9,31	8,94	8,83	6,25	6,07
Вариант 4	11	10,62	10,54	6,88	6,74
Вариант 5	7,29	6,43	6,23	4,79	4,67
Вариант 6	7,18	7,07	7,05	6,35	6,73

Вариант 5

Новая конструкция изложницы с водяного орошения сверху (3,5 м от точки литья), $T_{\text{литья}} \text{ А8} = 710 \text{ }^\circ\text{С}$, $T_{\text{литья}} \text{ А1Si7} = 660 \text{ }^\circ\text{С}$;

Вариант 6

Новая конструкция изложницы с ребрами с водяным орошения сверху (3,5 м от точки литья), $T_{\text{литья}} \text{ А8} = 710 \text{ }^\circ\text{С}$, $T_{\text{литья}} \text{ А1Si7} = 660 \text{ }^\circ\text{С}$.

В табл. 3 предоставлено сравнение доли пористости в отливке 6-ти вариантов заполнения чушки со сплавом А8 при производительности 9 т/ч, температуре 710 °С, 690 °С и 690 °С с уменьшенным расходом воды до 129,5 м³/ч и сплавом А1Si7 при производительности 9 т/ч, температуре 660 °С и с уменьшенным расходом воды до 129,5 м³/ч.

Измерение максимальной высоты раковины производилось по центральному сечению в зоне максимального расстояния от верхней поверхности слитка до нижней точки раковины. Средняя высота раковины рассчиты-

валась по среднеарифметической сумме двух точек измерений в торцах слитка, суммируя значение максимальной глубины раковины. Минимальная высота раковины определялась по высоте в торцевой части чушки, прилегающей к форме (рис. 10).

Результаты моделирования показали (см. рис. 11–18), что наилучший результат с использованием сплава А8 имеет конструкция нового образца стальной изложницы с ребрами охлаждения по низу изложницы, доля пористости в отливке на 23,7 % меньше, по сравнению с чушкой, полученной с использованием изложницы старого образца, без учета орошения, и на 22,9 % меньше с учетом орошения. Используя сплав А1Si7, доля пористости в конструкции нового образца меньше на 8,9 %, чем у чушки, полученной с использованием изложницы старого образца, без учета орошения, однако на 1,6 % больше с учетом орошения.

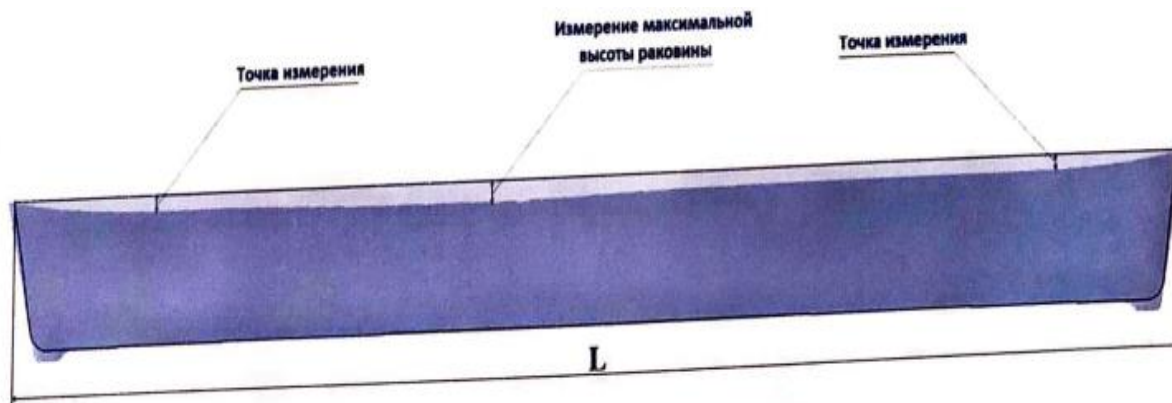


Рис. 10. Схема измерения высоты усадочной раковины в чушке

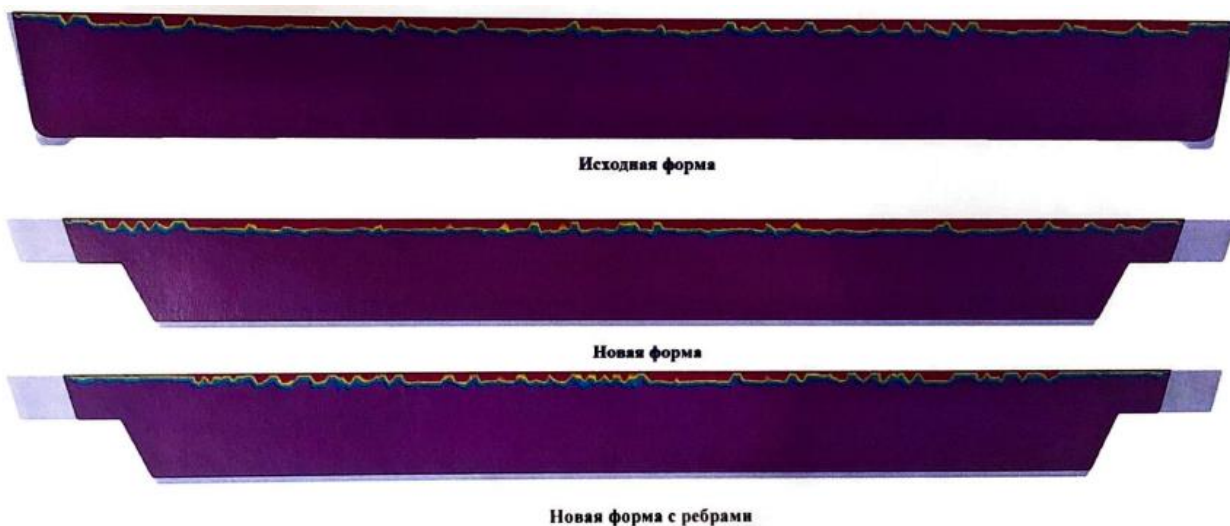


Рис. 11. Сравнение профиля усадочной раковины для сплава А8 в центральном сечении (варианты 1, 2, 3)



Рис. 12. Сравнение усадочной раковины в поперечном сечении 1/2 L сплава А8 (варианты 1, 2, 3)

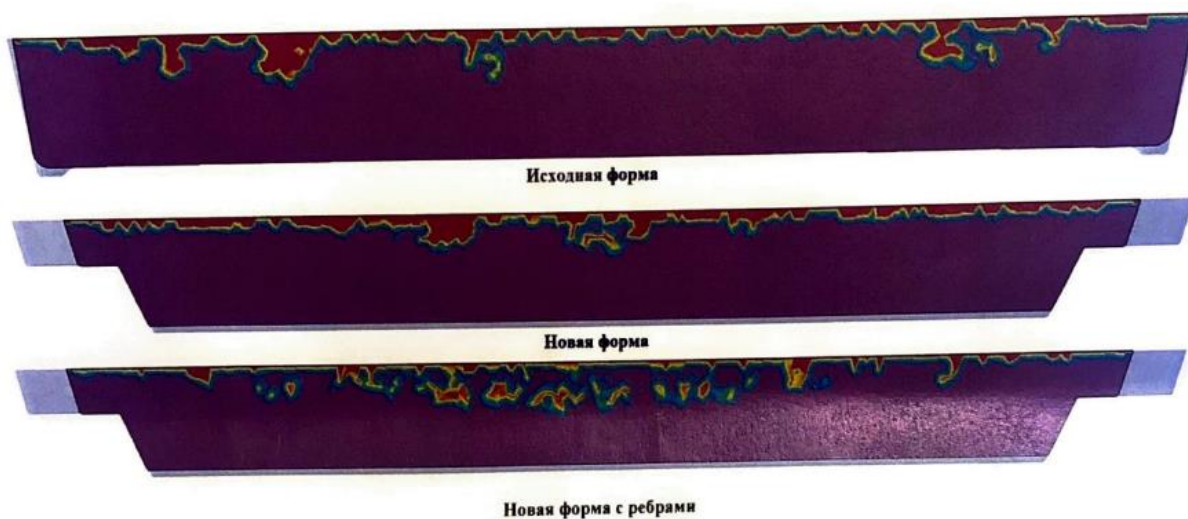


Рис. 13. Сравнение профиля усадочной раковины для сплава А8 в центральном сечении (варианты 4, 5, 6)



Рис. 14. Сравнение усадочной раковины в поперечном сечении 1/2 L сплава А8 (варианты 4, 5, 6)

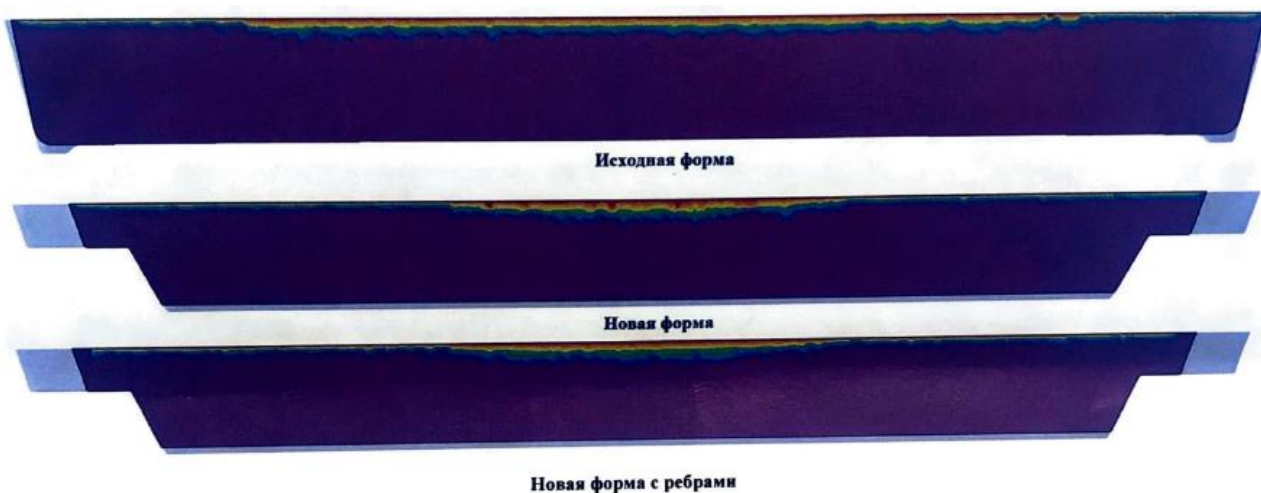


Рис. 15. Сравнение профиля усадочной раковины для сплава AISi7 в центральном сечении (варианты 1, 2, 3)



Рис. 16. Сравнение усадочной раковины в поперечном сечении 1/2 L сплава AISi7 (варианты 1, 2, 3)

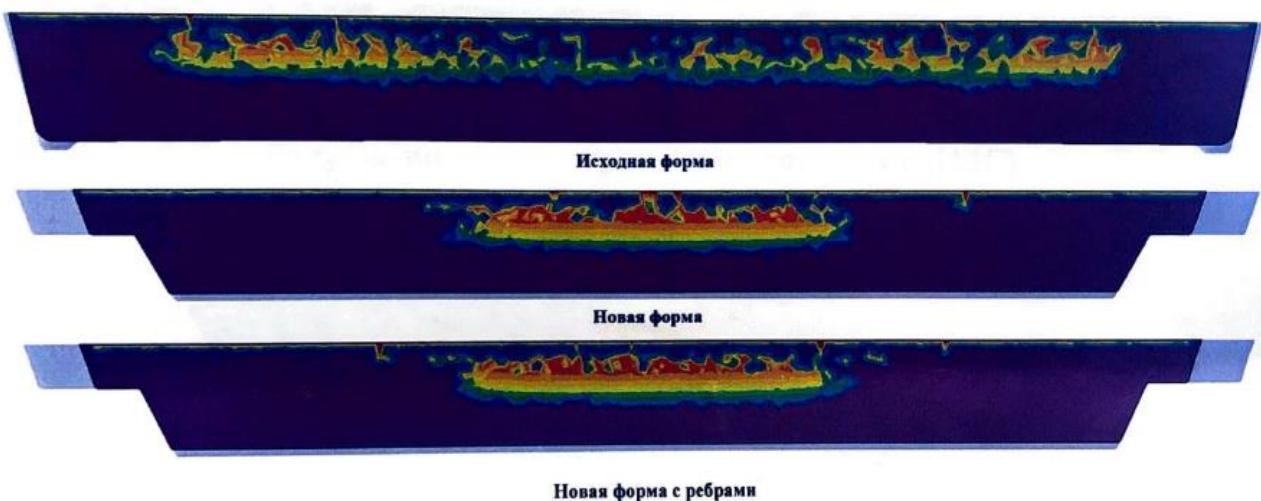


Рис. 17. Сравнение профиля усадочной раковины для сплава AISi7 в центральном сечении (варианты 4, 5, 6)

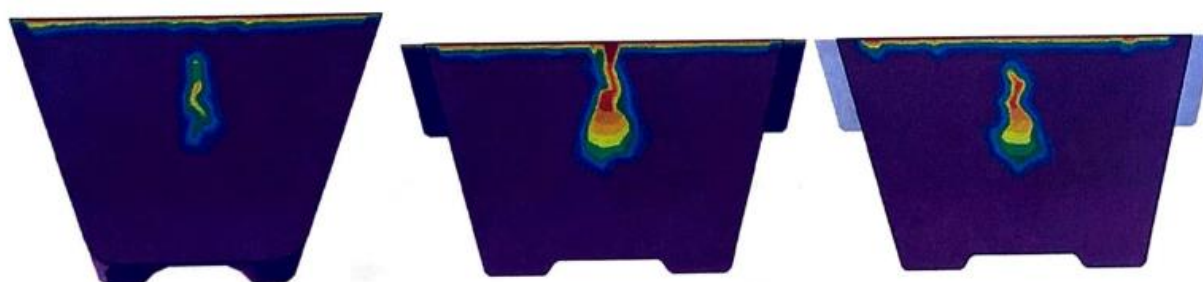


Рис. 18. Сравнение усадочной раковины в поперечном сечении 1/2 L сплава AISi7 (вариант 4, 5, 6)

Заключение

1. КГПС из алюминиевых сплавов 5XXX серии являются одним из востребованных продуктов ОК «РУСАЛ» на рынке потребления.

2. Установлено, что среди основных требований к качеству КГПС из алюминиевых сплавов 5XXX серии является регламентированная пористость в объеме слитка.

3. Зафиксированы ключевые особенности пористости в объеме КГПС:

– объем первичной пористости увеличивается по мере возрастания размера зерна и содержания водорода в расплаве и находится в обратной зависимости от скорости кристаллизации;

– при снижении содержания водорода в расплаве менее 0,10 см³/100 г сплава практиче-

ски отсутствует первичная газовая пористость;

– с увеличением содержания магния увеличивается рассеянная пористость;

– распространение рассеянной пористости увеличивается по направлению к центру отливки.

4. По результатам моделирования в программе ProCAST наилучший эффект получен с использованием сплава А8 и AlSi7 в конструкции нового образца стальной изложницы с ребрами охлаждения по низу изложницы, доля пористости в отливке на 23,7 % меньше для сплава А8, и меньше на 8,9 % для сплава AlSi7 (по сравнению с чушкой, полученной с использованием изложницы старого образца).

Список источников

1. Костин И.В. Исследование и совершенствование процесса модифицирования плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX. Красноярск: СФУ, 2017. 160 с.
2. Напалков В.И., Черепок Г.В., Махов С.В., Черновол Ю.М. Непрерывное литье алюминиевых сплавов. М.: Интермет Инжиниринг, 2005. 512 с.
3. Гильманшина Т.Р., Мамина Л.И., Довженко Н.Н., Сидельников С.Б., Беляев С.В., Падалка В.А. [и др.] Конструкции и принцип работы оборудования для изготовления слитков из алюминия и его сплавов. Красноярск: СФУ, 2012. 238 с.
4. Руководство Wagstaff по эксплуатации и техническому обслуживанию кристаллизаторов Epsilon™. Wagstaff, Inc., 2003. 260 с.
5. Фролов В.Ф. Исследование и разработка новой технологии производства плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии для фольгопрокатного производства. Красноярск: СФУ, 2016. 205 с.
6. Напалков В.И., Махов С.В. Легирование и модификация алюминия и магния. М.: МИСиС, 2002. 376 с.
7. Напалков В.И., Махов С.В., Поздняков А.В. Модифицирование алюминиевых сплавов: монография. М.: МИСиС, 2017. 348 с.
8. Напалков В. И., Баранов В.Н, Фролов В.Ф. Лигатуры алюминиевые: структура и назначение: монография. Красноярск: СФУ, 2019. 176 с.
9. Напалков В.И., Афанасьев А. Е., Овсянников Б.В., Попов Д.А., Баранов В.Н., Фролов В.Ф. [и др.] Структура и дефекты слитков из алюминия и его сплавов: монография. Красноярск: СФУ, 2018. 170 с.
10. Макаров Г.С. Слитки из алюминиевых сплавов с магнием и кремнием для прессования. М.: Интермет Инжиниринг, 2011. 528 с.
11. Nemchinova N.V., Belskii S.S., Vlasov A.A. Studying aluminum alloy defects // Solid State Phenomena. 2021. Vol. 316. P. 353–358. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.316.353>. (10.02.2023).
12. Унагаев Е.И., Осипов С.А. Поиск путей устранения литейных дефектов в отливках средствами виртуального моделирования процессов литья // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 12. С. 111–116.

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 Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
ninavn@yandex.ru

Корягин Владислав Евгеньевич,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
koryagin.ve@gmail.com

Vladislav E. Koryagin,
Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
koryagin.ve@gmail.com

Взаимодействие молекул CO_2 и кластеров NLi_4 , NNa_4 , NK_4 : теоретическое исследование

© Н.А. Свинкин

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

Аннотация. В статье представлены результаты теоретического исследования взаимодействия суперщелочных кластеров NM_4 ($M = \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$) с молекулами углекислого газа. Были рассчитаны оптимальные геометрии комплексов $\text{NM}_4 + \text{CO}_2$, которые характеризуются изменением валентного угла и расстоянием между атомами C – O в молекуле CO_2 до значений, характерных для аниона CO_2^- (около 130° и $1,2 \text{ \AA}$, соответственно). Представлены результаты расчета распределения зарядов и спиновой плотности до и после взаимодействия, показывающие переход электрона с высшей занятой молекулярной орбитали (ВЗМО) NM_4 на низшую вакантную молекулярную орбиталь (НВМО) CO_2 , а также построены соответствующие молекулярные орбитали. Также при помощи методов IGM и SAPT0 была определена энергия взаимодействия суперщелочей с углекислым газом и ее компоненты – электростатическое, обменное, индукционное и дисперсионное взаимодействие. На основании проведенного расчета были сделаны выводы о перспективности использования суперщелочных кластеров типа NM_4 для активации молекул углекислого газа.

Ключевые слова: суперщелочи, углекислый газ, квантово-химическое моделирование, теория функционала плотности, активация CO_2 , первый потенциал ионизации

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НОЦ «Байкал» (FZZS-2021-0007).

Interaction of CO_2 Molecules and NLi_4 , NNa_4 , NK_4 Clusters: Theoretical Study

© Nikita A. Svinikin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of theoretical study of interaction of NM_4 ($M = \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$) superalkali clusters with CO_2 molecules. The article produces that the reduced valence angle and increased interatomic distance in CO_2 (about 130° and 1.2 \AA respectively, the same as for anion CO_2^-) is characteristic of optimized geometry of $\text{NM}_4 + \text{CO}_2$ complexes. The article provides the results of Hirshfeld population analysis and molecular orbital (MO) diagrams before and after the interaction, these indicates a transition of electron from NM_4 highest occupied molecular orbital (HOMO) to CO_2 lowest unoccupied molecular orbital (LUMO). The article also demonstrates the interaction energy of superalkalis with carbon dioxide and its components - electrostatic, exchange, induction and dispersion interaction determined using the IGM and SAPT0 methods. Based on the calculation, the article draws conclusions about the prospects of using superalkaline type clusters for the activation of carbon dioxide molecules.

Keywords: superalkalis, carbon dioxide, quantum chemistry modelling, density functional theory, DFT, ionization of CO_2 , first ionization potential

Acknowledgements: The work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Baikal REC (FZZS-2021-0007).

Восстановители с низкой энергией ионизации играют важную роль в химической промышленности и материаловедении. Среди элементов периодической таблицы наиболее сильными восстановительными свойствами обладают щелочные металлы (первый потенциал ионизации $IE^I = 5,39 \div 3,89 \text{ эВ}$). В многоатомных соединениях за счет коллективных эффектов потенциал ионизации может быть несколько

ниже, в 1982 году Г.Л. Гуцевым и А.И. Болдыревым они были названы «суперщелочами» («superalkalis») [1]. Данные соединения являются типичными представителями суператов, то есть эти кластеры взаимодействуют с другими веществами и средой в точности как атомы щелочных металлов в данном случае.

Суперщелочи – это молекулы или молекулярные кластеры, характеризующиеся более

низким значением первого потенциала ионизации, чем атом цезия ($IE_{\text{Cs}}^I = 3,89$ эВ). Их восстанавливающие свойства могут быть использованы для создания солей с необычным распределением заряда в обход стерических препятствий, возникающих при использовании щелочных металлов, или кластеров с особыми свойствами. С их помощью можно ионизировать молекулы углекислого газа [2], активировать обычно инертный N_2 , хранить водород и захватывать благородные газы [3].

В самом простом случае, суперщелочи – это кластер из электроотрицательного атома (13–17 группы), окруженный атомами щелочноземельных металлов (BLi_6 , CLi_5 , NLi_4 , OLi_3 , FLi_2). В пионерской работе Гуцева и Болдырева была предложена общая формула для описания таких кластеров: ML_{k+1} , где M – атом элемента с высокой электроотрицательностью и максимальной валентностью k , а L – атом щелочного металла. По правилу октета атомы всех элементов до кальция включительно (т. е. до начала заполнения d -подуровня) стремятся в соединениях обрести электронную конфигурацию соответствующих благородных газов. Для заполнения внешнего уровня до 8 электронов атому M нужно получить k электронов, в то время как атому L – отдать один. Таким образом, в кластере ML_{k+1} остается один «лишний» электрон, который легко удаляется с образованием стабильного положительно заряженного иона ML_{k+1}^+ . Его высокая стабильность обусловлена прочными ионными связями лигандов с ядром. В нейтральных комплексах этот электрон находится на высшей занятой молекулярной орбитали (ВЗМО), и соответствующая электронная плотность равномерно распределена между атомами L . По расчетам Гуцева и Болдырева эта орбиталь является разрыхляющей, ее энергия выше энергии валентной орбитали атома L , а значит ниже потенциал ионизации [2].

Стабильность нейтрального кластера была объяснена совокупностью эффектов электростатического притяжения лигандов к ядру кластера и химического взаимодействия лигандов между собой [4].

Регулировать энергию ионизации кластеров можно путем подбора различных лигандов и перемешивая их между собой. В работе

[5] было показано, что IE^I кластера зависит от природы его лигандов. В частности, чтобы снизить величину IE^I , достаточно заменить один лиганд на менее электроотрицательный.

Способы применения суперщелочей в первую очередь обусловлены их восстановительными свойствами. С их помощью можно синтезировать соли, которые по определенным условиям нельзя создать, используя обычные щелочные металлы [6].

Также суперщелочи могут быть использованы для активации CO_2 , NO_x ($x = 1, 2$), N_2 [3, 7–9]. Парниковый газ CO_2 может быть преобразован в анион CO_2^- посредством переноса электрона с суперщелочи. После этого его можно использовать для изготовления «зеленого» метанольного топлива и карбоновых кислот. NO_2 и NO также входят в число вредных выбросов. При помощи суперщелочей они могут быть преобразованы в анионы NO_2^- и NO^- для дальнейшей утилизации. N_2 также может быть активирован с использованием суперщелочей и даже преобразован в аммоний.

Так как суперщелочи своей электронной конфигурацией имитируют атомы щелочных элементов, они могут быть использованы как строительные блоки новых наноструктурных материалов. В сочетании с супергалогенами – веществами с аномально высоким сродством к электрону – они образуют так называемые суперсоли. С их помощью можно накапливать и преобразовывать энергию [10].

Для исследования были выбраны следующие суперщелочи: NLi_4 , NNa_4 , NK_4 . В ходе исследования предполагалось, что комплексы имеют тетраэдрическую структуру [11].

Оптимизация геометрии и определение энергии всех исследуемых кластеров, их ионов и комбинаций проводилась при помощи программного обеспечения для квантовохимического моделирования ORCA 4.2.1 [12, 13] с использованием теории функционала плотности (DFT) неограниченным методом Кона-Шема (UKS), такой выбор обусловлен открытой электронной оболочкой суперщелочей. Выбран базисный набор Попла с поляризационными и диффузными функциями 6-311+G(d,p) для более точного расчета ионов и учета поляризации при перераспределении электронной плотности. Был проведен анализ

распределения электронной плотности по Хиршфельду (НРА). Визуализация структуры комплексов и МО проводилась при помощи ПО Chemcraft.

Для визуализации межмолекулярного и внутримолекулярного взаимодействия был проведен IGM анализ [16] при помощи программы MultiWFN [14, 15]. Для расчета энергии взаимодействия соединений и ее компонент был проведен анализ при помощи адаптированной к симметрии теории возмущений нулевого порядка (SAPT0) [17–19] в базе 6-311++G**.

Результаты оптимизации геометрии исследуемых кластеров, их катионов, молекулы CO₂ и аниона CO₂⁻, а также результаты анализа

распределения их электронной и спиновой плотности приведены в табл. 1. На рис. 1 показан общий вид исследуемой геометрии и отмечены ее элементы, описываемые в табл. 1. Указаны заряд и спин, приходящиеся на один атом каждого элемента в соединении. По данным расчета распределения зарядов можно предположить, что при сближении исследуемых суперщелочных комплексов и молекул углекислого газа начинается электростатическое взаимодействие между щелочными лигандами комплексов и кислородом.

Результаты оптимизации геометрии комплексов исследуемых суперщелочей с молекулой углекислого газа приведены в табл. 2. На рис. 2 показан общий вид исследуемой гео-

Таблица 1. Характерные размеры исследуемых соединений в оптимальной геометрии и результаты анализа распределения зарядовой и спиновой плотности

Соединение	Межатомное расстояние, l, Å	Валентный угол, α, °	Электронная и спиновая плотность		
			Атом	НРА	
				Заряд	Спин
NLi ₄	1,8	109,5	N	-0,88	0,01
			Li	0,22	0,25
NLi ₄ ⁺	1,8	109,5	N	-0,92	0,00
			Li	0,48	0,00
NNa ₄	2,2	109,5	N	-0,78	-0,10
			Na	0,19	0,27
NNa ₄ ⁺	2,2	109,5	N	-0,85	0,00
			Na	0,46	0,00
NK ₄	2,6	109,5	N	-0,75	-0,95
			K	0,19	0,49
NK ₄ ⁺	2,6	109,5	N	-0,91	0,00
			K	0,48	0,00
CO ₂	1,16	180,00	C	0,36	0,00
			O	0,18	0,00
CO ₂ ⁻	1,23	136,8	C	-0,10	0,60
			O	-0,45	0,20

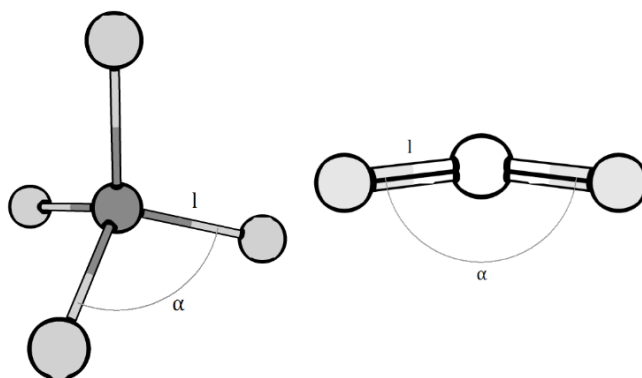


Рис. 1. Обобщенный вид оптимизированной геометрии изучаемых соединений. Обозначения: l – длина соответствующей связи, Å; α – величина соответствующего угла, °

метрии, а также отмечены величины, выведенные в табл. 2. В табл. 3 приведены результаты анализа распределения спиновой и зарядовой плотностей. Так как эти величины в данном случае внутри суперщелочи распределены неравномерно, лиганды на рис. 2 попарно пронумерованы, а в табл. 3 указаны характеристики каждого атома в паре в формате «М – №». В сравнении с данными в табл. 1 можно заметить, что геометрия CO_2 перешла в геометрию CO_2^- : уменьшился валентный угол примерно до угла аниона, увеличилась

длина связи C – O. Угол между лигандами суперщелочи уменьшился вследствие притяжения к аниону. Также можно заметить, что был осуществлен перенос заряда с щелочных лигандов суперщелочей на молекулу углекислого газа. На щелочных атомах наблюдается избыток положительного заряда, на атомах кислорода – избыток отрицательного.

Для понимания взаимодействия электронных орбиталей были построены молекулярные орбитали (МО) исследуемых молекул (рис. 3).

Таблица 2. Характерные размеры исследуемых комплексов в оптимальной геометрии

Комплекс	Расстояние N – M, l, Å	Расстояние M – O, m, Å	Расстояние C – O, n, Å	Угол M – N – M, α , °	Угол O – C – O, β , °
$NLi_4 + CO_2$	1,87	1,94	1,24	84,3	132,9
$NNa_4 + CO_2$	2,22	2,25	1,24	86,3	133,3
$NK_4 + CO_2$	2,61	2,57	1,24	97,9	133,0

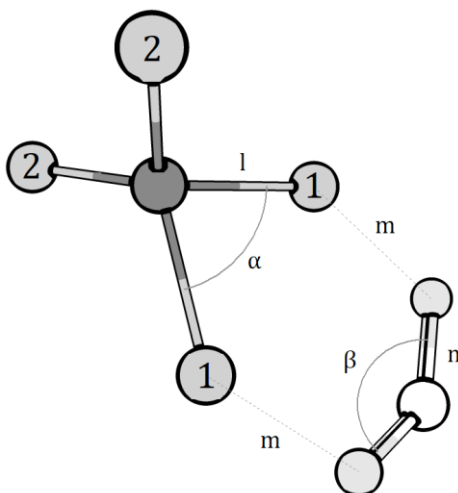


Рис. 2. Обобщенный вид оптимизированной геометрии изучаемых комплексов. Обозначения: l, m, n – соответствующие межатомные расстояния, Å; α , β – величины соответствующих углов, °

Таблица 3. Результаты анализа распределения зарядовой и спиновой плотности в изучаемых комплексах

Комплекс	Атом	HPA	
		Заряд	Спин
$NLi_4 + CO_2$	N	-0,89	0,01
	Li – 1	0,28	0,02
	Li – 2	0,40	0,00
	C	0,13	0,62
	O	-0,31	0,16
$NNa_4 + CO_2$	N	-0,82	0,00
	Na – 1	0,34	0,02
	Na – 2	0,36	0,01
	C	0,09	0,61
	O	-0,33	0,16
$NK_4 + CO_2$	N	-0,75	-0,94
	K – 1	0,47	0,05
	K – 2	0,22	0,44
	C	0,08	0,60
	O	-0,35	0,17

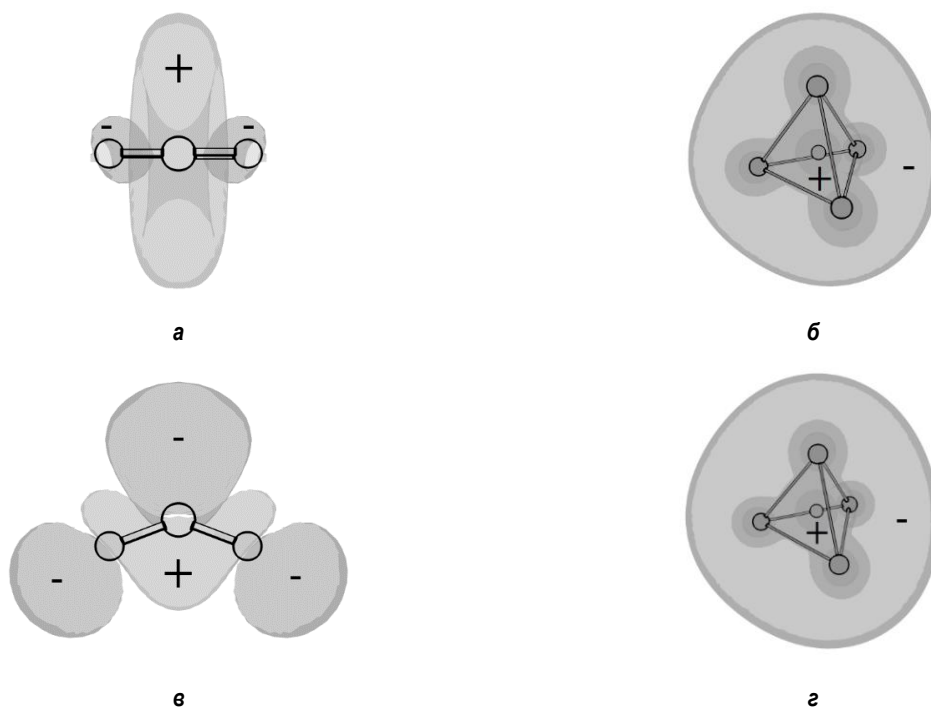


Рис. 3. Взаимодействующие молекулярные орбитали исследуемых молекул: а – НВМО CO_2 ; б – ВЗМО NM_4 ; в – ВЗМО CO_2^- ; г – НВМО NM_4^+

На основании проведенных анализов можно предположить следующий механизм взаимодействия изучаемых кластеров с молекулой диоксида углерода. Электростатическое взаимодействие начнется на большем расстоянии, из-за чего молекула CO_2 ориентируется атомами кислорода к щелочным лигандам в суперщелочи. При переходе электрона на молекулу CO_2 с образованием аниона CO_2^- происходит деформация орбитали и ее увеличение в сторону сгиба, из-за чего анион может развернуться углеродом к суперщелочи, но энергетически более выгодно состояние, когда CO_2^- обращена к суперщелочи кислородом.

Для визуализации межмолекулярного и

внутримолекулярного взаимодействия был проведен IGM анализ [16] при помощи программы MultiWFN [14, 15], его результаты отображены на рис. 4.

На рис. 4 отрицательные значения по оси абсцисс характеризуют притяжение, положительные – отталкивание. Красными точками отмечены данные о межмолекулярном взаимодействии, черными – о внутримолекулярном. Анализируя интенсивность взаимодействия каждого рода, можно увидеть, что CO_2^- и NM_4^+ не образуют соль как таковую, и анион диоксида углерода может быть удален без разрушения молекулы суперщелочи для дальнейших операций.

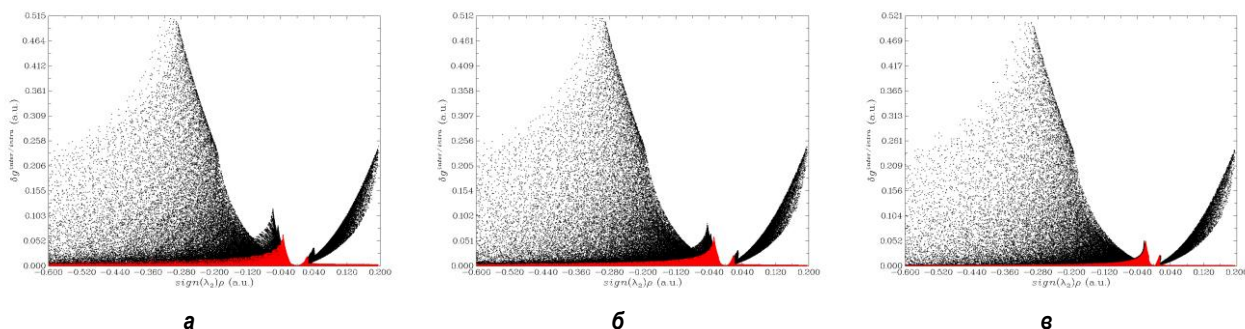


Рис. 4. Визуализация данных IGM анализа в виде графика зависимости градиента атомной плотности от характера взаимодействия: а – NLi_4+CO_2 ; б – NNa_4+CO_2 ; в – NK_4+CO_2

Таблица 4. Энергии изучаемых комплексов в оптимизированной геометрии

Комплекс	Энергия, а. е.	Комплекс	Энергия, а. е.
NLi_4	-84,84	NLi_4^+	-84,72
NNa_4	-703,80	NNa_4^+	-703,68
NK_4	-2454,35	NK_4^+	-2454,25
CO_2	-188,59	CO_2^-	-188,57

Таблица 5. Сравнение энергии изучаемых комплексов и сумм энергий их компонентов

Комплекс	Энергия, а. е.	Сумма энергий компонентов комплекса, а. е.
$\text{NLi}_4 + \text{CO}_2$	-273,48	-273,43
$\text{NNa}_4 + \text{CO}_2$	-892,41	-892,39
$\text{NK}_4 + \text{CO}_2$	-2642,98	-2642,94

Таблица 6. Энергии взаимодействия изучаемых кластеров с молекулой CO_2 . В скобках приведены доли каждой компоненты энергии в общей энергии притяжения

Вид взаимодействия	Энергия, кДж/моль		
	$\text{NLi}_4 + \text{CO}_2$	$\text{NNa}_4 + \text{CO}_2$	$\text{NK}_4 + \text{CO}_2$
Электростатическое	-309,32 (36,78 %)	-257,70 (37,01 %)	-329,31 (40,29 %)
Обменное	412,58	353,18	433,72
Индукционное	-478,83 (56,93 %)	-396,81 (56,99 %)	-431,41 (52,78 %)
Дисперсионное	-52,95 (6,30 %)	-41,83 (6,01 %)	-56,66 (6,93 %)
Суммарное	-375,58	-343,16	-383,66

Для количественной оценки устойчивости данного комплекса был проведен анализ методом SAPT0 и определены энергии соединений до взаимодействия, а также отдельно энергии ионов. Итоги анализа сведены в табл. 4, 5 и 6. В табл. 6 в скобках приведены величины процентной составляющей данной энергии в энергии притяжения.

Примечательно, что энергии молекул и соответствующих ионов достаточно близки, из чего можно сделать вывод об их одинаковой стабильности. Также следует обратить внимание на суммы энергий нейтральных молекул и энергию их комплекса (табл. 5). Хотя энергия комплекса несколько ниже, она мало отличается от суммы энергий его нейтральных компонентов. В сумме с приведенными в табл. 3 результатами анализа распределения зарядов и показанным на рис. 4 анализом взаимодействий суперщелочи и молекулы диоксида углерода, что говорит о возможности их разведения с сохранением зарядов. При этом более низкая энергия комплекса по сравнению с суммой энергий его компонентов говорит о большой вероятности образования комплекса

при сближении нейтральных суперщелочи и молекулы CO_2 .

Результаты анализа методом SAPT0 (табл. 6) показывают, что во всех случаях основной компонентой притяжения суперщелочи к молекуле CO_2 является индукционное взаимодействие (53–57 %). На втором месте идет электростатическое (37–40 %). Оба они обусловлены переходом зарядовой плотности с NM_4 на CO_2 и показывают взаимодействие ионов NM_4^+ и CO_2^- .

Суммируя вышеизложенные результаты расчетов, можно утверждать, что изученные суперщелочи способны ионизировать углекислый газ, не изменяя свою форму и не разрушаясь. При этом указанные комплексы не образуют химической связи с молекулой CO_2 , что позволяет развести их в пространстве с сохранением заряда. Тот факт, что молекула суперщелочи не искажается после однократной ионизации говорит о возможности повторного ее использования в качестве донора заряда после восполнения запаса электронной плотности.

Список источников

1. Гуцев Г.Л., Болдырев А.И. Электронная структура супергалогенов и суперщелочей // Успехи химии. 1987. Т. 56. № 6. С. 889–910. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathnet.ru/rus/rcr3804> (03.02.2023).
2. Srivastava H., Srivastava A.K. Superalkalis for the Activation of Carbon Dioxide: A Review // Frontiers in Physics. 2022.

- P. 244. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphy.2022.870205/full> (06.02.2023).
3. Sun Wei-Ming, Wu Di. Recent progress on the design, characterization, and application of superalkalis // *Chemistry–A European Journal*. 2019. Vol. 25. № 41. P. 9568–9579. [Электронный ресурс]. URL: <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201901460> (04.02.2023).
4. Rehm E., Boldyrev A.I., Schleyer P.R. Ab initio study of superalkalis. First ionization potentials and thermodynamic stability // *Inorganic Chemistry*. 1992. Vol. 31. № 23. P. 4834–4842. URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ic00049a022> (05.02.2023).
5. Tong J. et al. Theoretical study of substitution effect in superalkali OM3 (M= Li, Na, K) // *Chemical Physics Letters*. 2013. Vol. 575. P. 27–31. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000926141300599X> (03.02.2023).
6. Liu Haozhe, Klein W., Sani A., Jansen M. Pressure induced phase transition and amorphization of Na₃ONO₂ // *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2004. Vol. 6. № 5. P. 881–883. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2004/cp/b312984e> (04.02.2023).
7. Srivastava A.K. Single- and double-electron reductions of CO₂ by using superalkalis: An ab initio study // *International Journal of Quantum Chemistry*. 2018. Vol. 118. № 14. P. e25598. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/322998852_Single-_and_double-electron_reductions_of_CO_2_by_using_superalkalis_An_ab_initio_study (07.02.2023).
8. Srivastava A.K. Reduction of nitrogen oxides (NO_x) by superalkalis // *Chemical Physics Letters*. 2018. Vol. 695. P. 205–210. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1801.00913> (08.02.2023).
9. Park Heejune, Meloni G. Activation of dinitrogen with a superalkali species, Li₃F₂ // *ChemPhysChem*. 2018. Vol. 19. № 3. P. 256–260. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29141115/> (03.02.2023).
10. Giri S., Behera S., Puru Jena Superalkalis and superhalogens as building blocks of supersalts // *The Journal of Physical Chemistry A*. 2014. Vol. 118. № 3. P. 638–645. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24383446/> (06.02.2023).
11. Zhang Zhang, Chen Hongshan Superalkali NM4 (M= Li, Na, K): stabilities and electronic structures // *Physics Letters A*. 2019. Vol. 383. № 33. P. 125952. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/335712084_Superalkali_NM4_M_Li_Na_K_Stabilities_and_electronic_structures (10.02.2023).
12. Neese F. The ORCA program system // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*. 2012. Vol. 2. № 1. P. 73–78. [Электронный ресурс]. URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcms.81> (04.02.2023).
13. Neese F. Software update: the ORCA program system, version 4.0 // *Wiley Inter-disciplinary Reviews-Computational Molecular Science*. 2017. Vol. 8. № 1. P. 73–78. [Электронный ресурс]. URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcms.1327> (08.02.2023).
14. Lu Tian, Chen Feiwu Quantitative analysis of molecular surface based on improved Marching Tetrahedra algorithm // *Journal of Molecular Graphics and Modelling*. 2012. Vol. 38. P. 314–323. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23085170/> (03.02.2023).
15. Lu Tian, Chen Feiwu Multiwfn: a multifunctional wavefunction analyzer // *Journal of computational chemistry*. 2012. Vol. 33. № 5. P. 580–592. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22162017/> (03.02.2023).
16. Lu Tian, Chen Qinxue Independent gradient model based on Hirshfeld partition: A new method for visual study of interactions in chemical systems // *Journal of Computational Chemistry*. 2022. Vol. 43. № 8. P. 539–555. [Электронный ресурс]. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcc.26812> (05.02.2023).
17. Hohenstein E. G., Sherrill C. D. Density fitting and Cholesky decomposition approximations in symmetry-adapted perturbation theory: Implementation and application to probe the nature of π-π interactions in linear acenes // *The Journal of Chemical Physics*. 2010. T. 132. № 18. C. 184111. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/233785072_Density_fitting_and_Cholesky_decomposition_approximations_in_symmetry-adapted_perturbation_theory_Implementation_and_application_to_probe_the_nature_of_pi_pi (07.02.2023).
18. Hohenstein E.G., Parrish R.M., Sherrill D.C., Turney J.M., Schaefer H.F. Large-scale symmetry-adapted perturbation theory computations via density fitting and Laplace transformation techniques: Investigating the fundamental forces of DNA-intercalator interactions // *The Journal of chemical physics*. 2011. T. 135. №. 17. C. 174107. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22070292/> (11.02.2023).
19. Gonthier J.F., Sherrill C.D. Density-fitted open-shell symmetry-adapted perturbation theory and application to π-stacking in benzene dimer cation and ionized DNA base pair steps // *The Journal of Chemical Physics*. 2016. T. 145. №. 13. C. 134106. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubs.aip.org/aip/jcp/article/145/13/134106/280911/Density-fitted-open-shell-symmetry-adapted> (10.02.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Свинкин Никита Алексеевич,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
nik-svinkin@mail.ru

Nikita A. Svinkin,
Student,
School of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
nik-svinkin@mail.ru

Изучение влияния депрессорно-диспергирующих присадок на низкотемпературные характеристики дизельного топлива

© А.А. Файзрахманова, Д.А. Головачев, Ю.А. Айзина

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

Аннотация. Дизельное топливо является одним из самых распространенных топлив на территории Российской Федерации, особо важным вопросом является возможность его эксплуатации в условиях низких температур Сибирского федерального округа, в частности в Иркутской области. Улучшение низкотемпературных характеристик – одна из главных задач нефтепереработки. Самым экономичным способом достичь необходимых показателей является применение депрессорно-диспергирующих присадок. На эффективность депрессорных присадок влияет множество факторов и в большой степени она зависит от природы топлива. Вследствие этого для каждого топлива необходимо подбирать присадку с индивидуальными физико-химическими характеристиками. Нами рассмотрены современные депрессорно-диспергирующие присадки и их влияние на низкотемпературные характеристики данного базового топлива (фильтруемость) в условиях низких температур Иркутской области. Проведенный статистический анализ климатических данных представленных за последние пять лет показал, что сибирский климат характеризуется суровыми морозами в зимний период со среднемесячным изменением температуры 27–30 °С. Нами показано, что целесообразно производить ДТ-З-К5 класс 2 и ДТ-З-К5 класс 3; ДТ-З-К5 класс 2 – в более теплые месяцы (ноябрь, март, апрель); ДТ-З-К5 класс 3 – в более холодные месяцы (декабрь, январь, февраль).

Ключевые слова: дизельное топливо, депрессорно-диспергирующие присадки, низкотемпературные свойства, предельная температура фильтруемости, погодные условия

Благодарности: Работа выполнена в рамках проектного обучения. Авторы сердечно благодарят своего наставника – к.т.н. Старикову О.В.

Study of Depressant Dispersive Additives Effect on Diesel Fuel Low-Temperature Characteristics

© Anna A. Fayzdrakhmanova, Daniil A. Golovachev, Julia A. Aizina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Diesel fuel is one of the most common type of fuel in Russian Federation. An important question is exploitation at low temperature conditions of Siberian federal district, especially Irkutsk region. Improving of low-temperature characteristics is one of important goals of oil industry. The most economical way to achieve required parameters is to use depressant dispersive additives. There are a lot of parameters that effect on efficiency of additives and it also depends on origin of fuel. So you should select additive with individual physical and chemical parameters to each type of fuel. The article discusses modern depressant dispersive additives and their effect on low-temperature characteristics of given fuel (filterability) in condition of Irkutsk region. The statistical analysis of climate data over the past five years has shown that the Siberian climate is characterized by severe frosts in winter with an average monthly temperature change of 27–30 °C. The article summarizes that it is more reasonable to produce DT-Z-K5 class 2 in warmer months (November, March, April) and DT-Z-K5 class 3 in colder months (December, January, February).

Keywords: diesel fuel, depressant dispersive additives, low-temperature characteristics, maximum filterability temperature, weather conditions

Acknowledgements: The study was carried out as part of project-based learning. The authors sincerely thank their mentor, Candidate of Technical Sciences Starikova O. V.

Дизельное топливо – одно из самых массовых моторных топлив для наземного (автомобили, тракторы, тепловозы, тягачи и т. д.) и водного транспорта, вырабатываемое в количестве до 28–30 % от общего количества перерабатываемой нефти [1].

Климатические условия Российской Федерации, в частности в Иркутской области, обуславливают большую потребность в высококачественных низкотемпературных дизельных топливах. Низкотемпературные свойства характеризуются такими показателями, как тем-

пература помутнения $T_{\text{пом.}}$, предельная температура фильтруемости (ПТФ) и температура застывания $T_{\text{заст.}}$, последняя определяет условия складского хранения топлива, $T_{\text{пом}}$ и ПТФ – условия применения топлива, хотя в практике известны случаи использования топлив при температурах, приближающихся к значению $T_{\text{заст}}$ [2].

Согласно данным таблицы «Сезонное применение дизельных топлив в регионах Российской Федерации в соответствии с требованиями к предельной температуре фильтруемости» ГОСТ 32511–2013 в Иркутской области в зимний период (с 1 ноября по 30 апреля (6 мес.) необходимо использовать дизельное топливо класса 4 с предельной температурой фильтруемости не выше $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для определения низкотемпературного класса дизельного топлива для Иркутской области были собраны и проанализированы данные о погодных условиях за последние пять лет (рис. 1). Мы определили, что среднее значение минимальных температур каждого зимнего месяца не превышает $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Также можно наблюдать постепенное снижение среднемесячных и минимальных месячных температур с каждым годом, начиная с 2016 г. Таким образом, производство дизельного топлива класса 4 в данный момент нецелесообразно на территории Иркутской области.

Статистический анализ данных (рис. 1) показал, что зимний период делится на два периода: более теплые месяцы, с минимальными месячными температурами, которым больше подходит дизельное топливо класса 2 (ноябрь, март, апрель), и на более холодные месяцы, которым необходимо соответствие топлива температурному классу 3 (декабрь, январь, февраль)¹.

Исходя из данных, представленных на рис. 1, самым холодным месяцем в Иркутской области является январь, минимальная температура которого достигает $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$.

С целью аппроксимации полученных температурных данных была проведена корреляция минимальных и максимальных температур: с 2016 по 2021 г. (рис. 2).

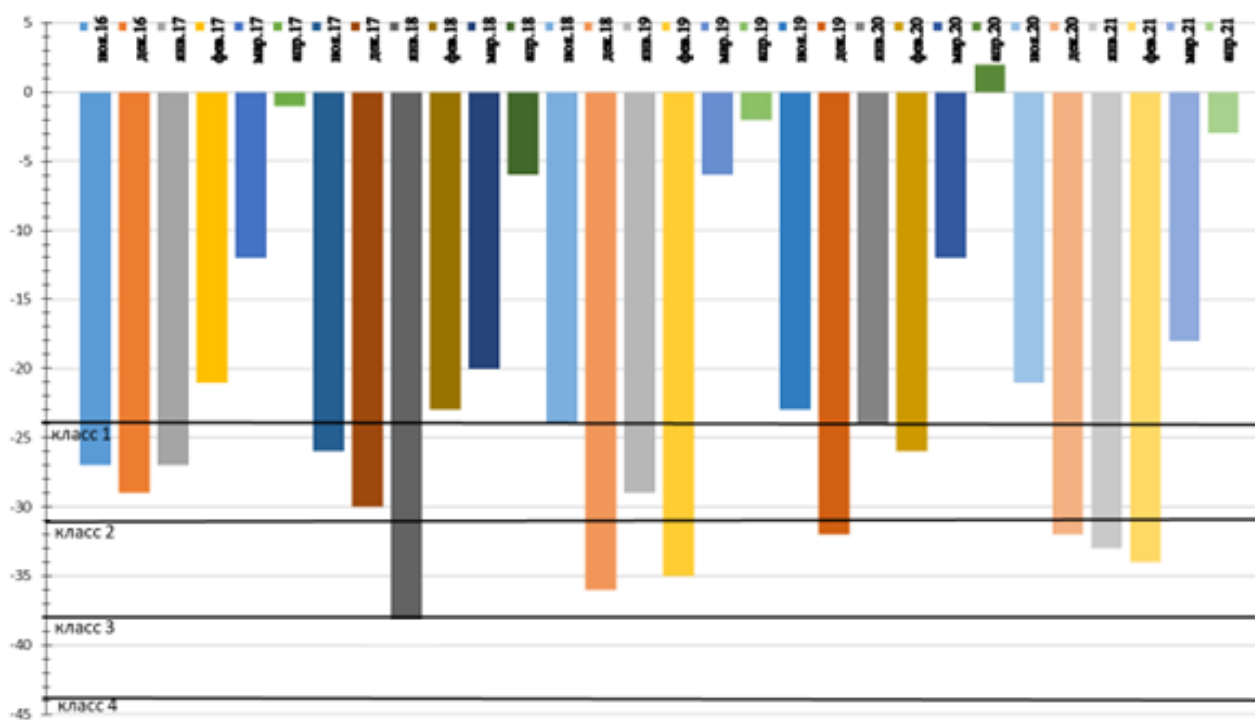


Рис. 1. График минимальных температур по зимним месяцам за последние 5 лет (2016–2021) в Иркутской области (г. Ангарск)

¹Материалы сайта gismeteo.ru: «Дневник погоды»

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4787/> (15.10.2022).

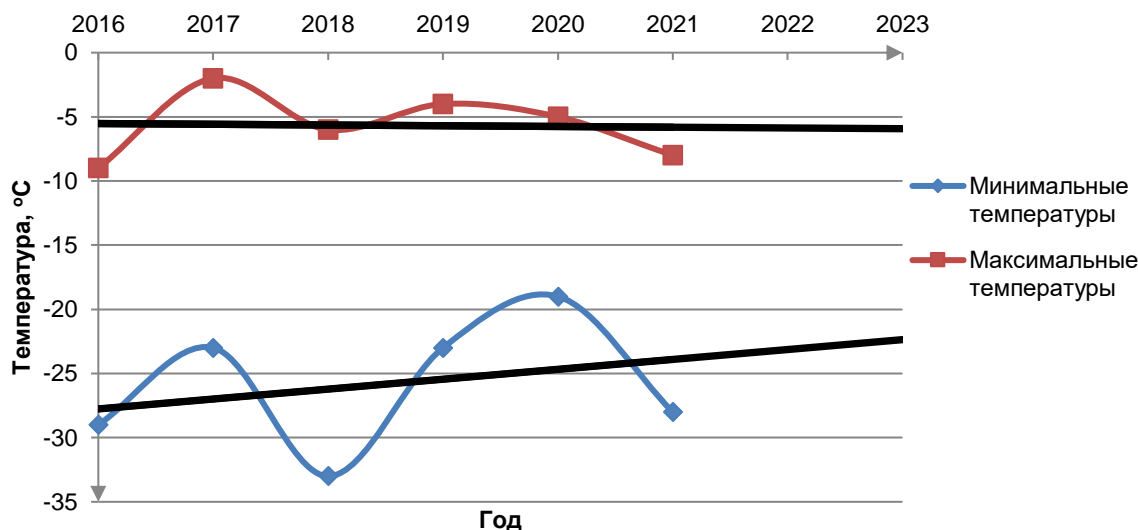


Рис. 2. График минимальных и максимальных январских температур с линиями тренда

Линии тренда, представленные на рис. 2, показывают вероятность изменения температурного режима для исследуемого месяца. Анализируя полученные данные, можно сказать о вероятном потеплении в ближайшие два года.

Известно [3, 4], что наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорно-диспергирующих присадок (ДДП). Эти вещества в малых дозах (обычно 0,055–0,10 %) позволяют достигать существенного снижения температуры застывания и улучшения текучести при низких температурах.

При длительном хранении топлива депрессорные присадки не предупреждают расслоение топлива. Поэтому совместно с депрессорной присадкой используют диспергатор парафинов. В состав таких присадок входит в основном амиды и имиды моно- и дикарбоновых кислот [5].

На эффективность депрессорных присадок влияют следующие факторы: структура, концентрация добавок и их молекулярная масса [6]. Также эффективность присадок в большой степени зависит от природы топлива. Поэтому для каждого топлива подбирают присадку с индивидуальными физико-химическими характеристиками [7].

С целью определения низкотемпературных характеристик дизельного топлива в каче-

стве исходных образцов были выбраны базовая основа топлива дизельного евро, зимнего, класса 2, экологического класса К5 (ДТ-3-К5) и ДДП Dodiflow 6087, OFI 8863. Основные характеристики ДДП представлены в табл. 1. Эти ДДП являются смесью полимеров в углеводородном растворителе, которая позволяет значительно снизить предельную температуру фильтруемости и температуру застывания дизельных топлив [8,9].

Таблица 1. Основные характеристики присадок ДДП

Наименование показателя	Dodiflow 6087	OFI8863
Температура вспышки	62 °C	70 °C
Температура застывания	9 °C	около 20 °C
Начальная точка кипения	180 °C	215 °C

В ходе работы нами были определены низкотемпературные свойства базовой основы: ПТФ на автоматическом аппарате АФР-102 (в соответствии с методом по ГОСТ-22254); температура вспышки в аппарате ТВЗ-ПХП (определение проводилось в закрытом тигле); плотность при помощи стеклянных нефтенсиметров, фракционный состав на лабораторной установке для атмосферной перегонки нефти и нефтепродуктов. Полученные значения проверялись на соответствие нормированным значениям согласно ГОСТ-32511-2013, результаты измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний ДТ-3-К5 с добавлением ДДП

Показатель	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С	Плотность при 15 °С, кг/м ³	Предельная температура фильтруемости °С для ДТ-3-К5 класс 3	Фракционный состав:	
				До 180 °С перегоняется % об.	До 360 °С перегоняется % об.
Требования к ДТ-3-К5 по ГОСТ 32511-2013	не ниже 40	800,0–840,0	не выше минус 38	не более 10	не более 95
ДТ-3-К5	64	822	минус 25	5	95
ДДП Dodiflow 6087					
ДТ-3-К5 + 500 ppm	–	–	минус 28	–	–
ДТ-3-К5 + 750 ppm	–	–	минус 34	–	–
ДТ-3-К5 + 1000 ppm	65	821	минус 40	5	95
ДДП OFI 8863					
ДТ-3-К5 + 1000 ppm	–	–	минус 33	–	–
ДТ-3-К5 + 1500 ppm	64	821	минус 38	5	95

На основе результатов испытаний ДТ-3-К5 с добавлением ДДП определено количественное содержание ДДП, необходимых для доведения базовой основы топлива до нужных низкотемпературных характеристик.

В ходе испытаний были получены следующие значения содержания ДДП в базовой основе топлива: образцы с ДДП Dodiflow 6087 (750 ppm) и OFI 8863 (1000 ppm) проходят по температурному классу 2, образцы с Dodiflow 6087 (1000 ppm) и ДДП OFI 8863 (1500 ppm) проходят по температурному классу 3.

Немаловажно также то, что добавленные ДДП повлияли только на низкотемпературные характеристики базового топлива, при этом другие основные характеристики (темпера-

тура вспышки, фракционный состав и плотность) остались на прежнем уровне. Увеличение количества присадки также приводит к улучшению низкотемпературных свойств [10].

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что на территории Иркутской области в зимний период вместо ДТ-3-К5 класс 4 целесообразно производить ДТ-3-К5 класс 2 и ДТ-3-К5 класс 3: ДТ-3-К5 класс 2 – в более теплые месяцы (ноябрь, март, апрель), а ДТ-3-К5 класс 3 – в более холодные (декабрь, январь, февраль). Вывод подкрепляется тем, что линии тренда самого холодного месяца в году (январь) показывают тенденцию к росту среднемесячной температуры.

Список источников

1. Анисимов И.Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. М.: Техинформ, 1999. 596 с.
2. Кинзуль А.П. Совершенствование технологии производства низкозастывающих дизельных топлив // Мир нефтепродуктов. 2012. № 8. С. 7–11.
3. Камешков А.В., Гайле А.А. Получение дизельных топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами (обзор) // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2015. № 29. С. 49–60. [Электронный ресурс]. URL: <http://science.spb.ru/files/IzvetiyaTI/2015/29/articles/10/files/assets/common/downloads/publication.pdf> (15.02.2023).
4. Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. М.: Химия, 1990. 226 с.
5. Иовлева Е.Л. Воздействие депрессорно-диспергирующей присадки Dewaxol 7801 на летнее дизельное топливо // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 180–183.
6. Кожевникова Ю.А. Снижение депрессии дизельного топлива с помощью депрессорно-диспергирующей присадки // Научно-практический электронный журнал Аллея науки. 2020. № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/4June2020/SNIZHENIE%20DEPRESSII%20DIZELNOGO%20TOP-LIVA%20S%20POMOSHYu%20DEPRESSORNO-DISPERGIRUYuShEY%20PRISADKI.pdf (10.02.2023).
7. Сибиряков К.А., Тархов Л.Г. Исследование влияния депрессорно-диспергирующих присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2018. № 1. С. 86–89. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-depressorno-dispergiruyuschih-prisadok-na-nizkotemperaturnye-svoystva-dizelnogo-topliva/viewer> (07.02.2023).
8. Синюта В.Р., Абрамова Л.В., Орловская Н.Ф. Физико-химические свойства зимнего дизельного топлива // Из-

вестия ТулГУ. Технические науки. 2017. № 9-1. С. 346–355. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-himicheskie-svoystva-zimnego-dizelnogo-topliva/viewer> (03.02.2023).

9. Прохорченко, И. М., Демина А.А., Раскулова Т.В. Получение депрессорных присадок к топливам на основе высокомолекулярных соединений // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2014. Т. 1. № 1. С. 162–167.

10. Слептерев А.А. Улучшение низкотемпературных характеристик летних дизельных топлив // Наукосфера. 2020. № 10-1. С. 121–124. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44095313_85856149.pdf (03.02.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Файзрахманова Анна Алексеевна,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ann-allexeevna@mail.ru

Anna A. Fayzdrakhmanova,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
ann-allexeevna@mail.ru

Головачев Даниил Александрович,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
golovachev.dan@yandex.ru

Daniil A. Golovachev,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
golovachev.dan@yandex.ru

Айзина Юлия Александровна,
доцент кафедры химической технологии им.
Н.И. Ярополова,
Институт высоких технологий
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aizina@ex.istu.edu

Julia A. Aizina,
Associate Professor,
Chemical Technology Department named after
N. I. Yaroplov,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
aizina@ex.istu.edu

Обзор технических решений для предварительного нагрева обожженных анодов при производстве алюминия

© М.М. Фефелов, И.А. Сысоев

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

Аннотация. Ведущие мировые компании по производству первичного алюминия непрерывно совершенствуют электролизеры для достижения максимальной производительности и повышения их энергетической эффективности. В настоящее время приоритетным направлением является технология производства алюминия на высокоамперных электролизерах с предварительно обожженными анодами (технология электролиза ОА). В процессе электролиза в криолит-глиноземном расплаве угольная часть анода сгорает, поэтому анодный огарок с определенным временным интервалом заменяется новым обожженным анодом. Основной проблемой при выполнении замены анодов является то, что при погружении холодного ОА в расплав электролита с температурой около 950 °С происходит образование изолирующего криолит-глиноземного слоя на поверхности. Таким образом, снижается электрическая проводимость между расплавом электролита и новым анодом, а токовая нагрузка перераспределяется между соседними анодами, что ведет к увеличению удельного расхода электроэнергии. Термический удар, возникающий при разности температур между электролитом и новым анодом, приводит к образованию трещин, перерасходу углеродного материала. На практике предварительный нагрев осуществляется путем кратковременной выдержки нового обожженного анода над открытым электролитом при помощи крана. Однако данный способ малоэффективен для передачи тепла, к тому же операция связана с разгерметизацией электролизера и выбросом в атмосферу загрязняющих веществ и фторосоединений. В работе представлен обзор технических решений по предварительному нагреву обожженных анодов с целью снижения негативных последствий операции их замены.

Ключевые слова: алюминий, электролизер, обожженный анод, энергоэффективность, токораспределение, выход по току, удельный расход электроэнергии

Overview of Technical Solutions for Preheating Baked Anodes in Aluminum Production

© Mikhail M. Phephelov, Ivan A. Sysoev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The world's leading primary aluminum companies are continuously improving their electrolyzers to achieve maximum performance and energy efficiency. At present, the priority direction is the technology of aluminum production on high-ampere electrolyzers with pre-baked anodes (OA electrolysis technology). In the process of electrolysis in the cryolite-alumina melt the carbon part of the anode is burned, so the anodic cinder is replaced with a new pre-baked anode at a certain time interval. The main problem of the "anode replacement" operation is that when a cold PA is immersed in the electrolyte melt with a temperature of about 950°C, an insulating cryolite-alumina layer is formed on the surface. Thus, the electrical conductivity between the electrolyte melt and the new anode is reduced, and the current load is redistributed between adjacent anodes, which leads to an increase in specific electricity consumption. The thermal shock resulting from the temperature difference between the electrolyte and the new anode leads to the formation of cracks, overconsumption of carbon material. In practice, preheating is carried out by a brief exposure of the new pre-baked anode over the open electrolyte with the help of a crane. However, this method is inefficient for heat transfer, moreover, the operation is associated with depressurization of the electrolyzer and emission of pollutants and fluorosols into the atmosphere. The article presents a review of technical solutions for preheating of burnt anodes in order to reduce the negative consequences of their replacement operation.

Keywords: aluminum, electrolyzer, pre-baked anode, energy efficiency, current distribution, current output, specific power consumption

В настоящее время приоритетным направлением компаний по производству первичного алюминия является технология с применением высокоамперных электролизеров с

предварительно обожженными анодами (технология электролиза ОА). В процессе электролиза в криолит-глиноземном расплаве угольная часть анода сгорает, поэтому анод-

ный огарок заменяется новым обожженным анодом с определенным временным интервалом [1]. Основной проблемой при замене анодов является образование неэлектропроводной (изолирующей) криолит-глиноземной корки на поверхности обожженного анода (ОА), снижающее электрическую проводимость между анодом и расплавом электролита, сокращающего эффективность процесса электролиза. Причиной образования неэлектропроводного слоя на подошве анода является разница температур расплавленного электролита с температурой 940–980 °С и устанавливаемого ОА, температура которого обычно равна температуре окружающей среды [2].

Значительное отличие температуры непогруженной поверхности обожженного анода в сравнении с погруженной в расплав его частью ведет к неравномерному тепловому расширению. Вследствие этого возникают термические напряжения, приводящие иногда к появлению трещин и сколов анодов, что, в свою очередь, приводит к увеличению расхода материала за счет ухудшения его реакционной способности, т. е. количества выгоревшего углерода с единицы площади анода [3].

Время прогрева нового анода до температуры электролита (950–960 °С) и выхода на полную нагрузку обычно составляет 20–48 часов. Вследствие увеличения анодной плотности тока на соседних анодах и неравномерного токораспределения требуется дополнительная компенсация напряжения на электролизере (вольт-добавка), что в совокупности ведет к увеличению удельного расхода электроэнергии [4]. Неравномерность токораспределения ведет к образованию горизонтальных токов в расплаве и, как следствие, снижению запаса магнитогидродинамической стабильности электролизера, что снижает выход по току [5].

На практике предварительный нагрев осуществляется путем кратковременной выдержки нового ОА над открытым электролитом с помощью крана. Так как операция связана с разгерметизацией электролизера, такой способ сопровождается выбросами загрязняющих веществ в атмосферу корпуса и потерей ценных фтористых солей [3].

С учетом всех перечисленных негативных факторов, актуальной является разработка альтернативных способов предварительного нагрева обожженных анодов перед их установкой в электролизер.

Многие зарубежные авторы ведут исследования в направлении снижения негативных последствий операции замены ОА. Так, например, работа [6] посвящена изучению тепловых эффектов при замене ОА в электролизерах на силу тока 176 кА. В результате исследований были определены временные интервалы стабилизации температур внутри анодного блока в режиме операции замены анодов.

В исследованиях [7] выявлено, что потери тока при установке нового анода составляют до 2,2 %, вследствие снижения стабильности режима работы электролизера.

В работе [8] автором обоснованы преимущества процесса предварительного нагрева анодов с сокращением удельных выбросов CO₂ и снижением потребляемого тока примерно на 1 %.

По данным публикации [9], исследователями было разработано устройство для предварительного подогрева анодов электроэнергией перед установкой в электролизер. За семь часов подошва анодов нагревалась до 512 °С. Дальнейшие эксперименты подтвердили теорию об эффективности процесса предварительного нагрева анодов. Опытные аноды имели высокую скорость выхода на токовую нагрузку, что улучшало токораспределение в целом. Кроме того, в работе представлены рекомендации по разработке экономически целесообразной схемы доставки анодов из устройства нагрева до электролизера. Одним из последних исследований по данной проблеме является работа авторов [10], в которой были получены результаты моделирования и промышленных испытаний по нагреву новых анодных блоков теплом огарков внутри контейнера охлаждения. Проведены исследования по установке в электролизер анодов, предварительно нагретых в течение 1, 2 и 4 часов. Отмечен положительный эффект от установки предварительно нагретых электролизеров. С учетом средней температуры анода 140 °С, достигнутой после 4-часового предварительного

нагрева, расчетным путем установлено, что экономия энергии составляет приблизительно 0,018 кВт·ч/кг Al. Отмечено, что это значение может быть увеличено за счет улучшения конструкции анодного контейнера.

В России исследования по обеспечению снижения негативных последствий операции замены ОА представлены в патентах на изобретения.

Авторами [11] разработан контейнер для герметизации анодных огарков (рис. 1), техническим результатом которого является утилизация тепла, выделяющегося от охлаждаемого анодного огарка, сокращение объема и снижение аэродинамического сопротивления анодных газов.

Устройство работает следующим образом. На подину корпуса контейнера устанавливаются извлеченные из электролизера анодные огарки. На перегородке для размещения обожженных анодов устанавливаются новые ОА. Нагрев перегородки происходит за счет тепла, выделяющегося от анодного огарка конвекцией. Горячие газы, выделяющиеся от остывающего анодного огарка, поступают через окна из нижнего в верхний ярус

контейнера, дополнительно нагревая обожженные аноды. Эвакуацию газов из контейнера осуществляют через газоотводящий патрубок, установленный на конусообразной крышке, играющей роль вытяжного зонта. С помощью шибера, расположенного на газоотводящем патрубке, осуществляют регулирование объема газоотсоса из корпуса контейнера. Теплоэлектронагревателями, встроенными в перегородку, при необходимости обеспечивается прогрев обожженного анода до более высоких температур. В целях сокращения потерь тепла в окружающую среду боковые стенки корпуса контейнера оборудованы теплоизоляцией. После установки анодных огарков и обожженных анодов корпус контейнера герметизируется съемными укрытиями. Разрежение в контейнере создается дымососами организованного газоотсоса корпуса электролиза. В целях сокращения объема внутреннего пространства корпуса в перегородке выполнены пазы для размещения в них штанг анодных огарков, устанавливаемых на подину. Штанги обожженных анодов размещаются в пазах, расположенных в основании конусообразной крышки.

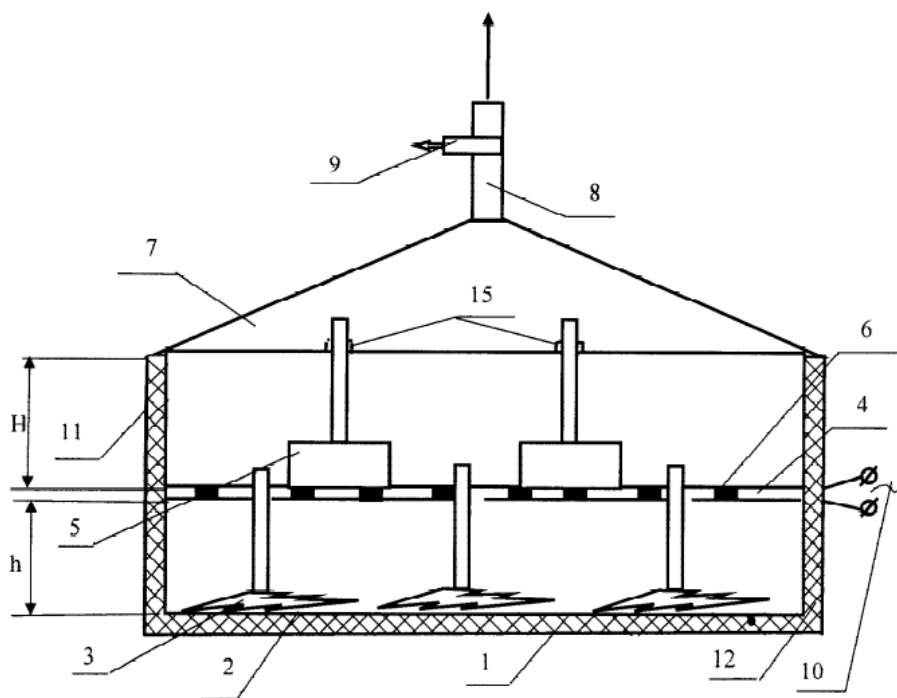


Рис. 1. Контейнер для герметизации анодных огарков (продольный разрез)

1 – корпус контейнера; 2 – подина; 3 – анодный огарок; 4 – перегородка для размещения обожженных анодов; 5 – обожженный анод; 6 – окна; 7 – конусообразная крышка; 8 – газоотводящий патрубок; 9 – шибер; 10 – теплоэлектронагреватель; 11 – боковые стенки корпуса; 12 – теплоизоляция; 15 – пазы для размещения анодной штанги

Авторы работы отмечают следующие преимущества установки:

- утилизация в контейнере тепла, выделяющегося от анодного огарка, обеспечивает прогрев обожженного анода до температуры 140–160 °С, что подтверждено результатами математического моделирования;
- изобретение позволяет быстрее достигнуть равномерности токораспределения по ОА; сократить расход электроэнергии в среднем на 20–25 кВт/т Al и расход ОА в среднем на 10–15 кг/т Al; снизить риск растрескивания ОА при его установке в электролизер в результате термошока; минимизировать риски выброса из электролизера расплавленного электролита в момент установки холодного анода;
- конструкция контейнера позволяет снизить аэродинамическое сопротивление.

Данное решение не нашло практического применения, т. к. использование тепла анодных огарков малоэффективно, а использование электронагревателя повышает энергетические затраты и снижает технико-экономическую эффективность процесса предварительного нагрева обожженных анодов перед их установкой в электролизер.

В работе [12] описано устройство для предварительного нагрева обожженного анода за счет рекуперации тепловой энергии анодных газов (рис. 2).

Устройство для предварительного нагрева обожженных анодов состоит из контейнера для размещения двух или более обожженных анодов, снабженного теплоизоляцией боковых стенок и дна. В донной части контейнера установлены теплопередающие устройства (жидкостные радиаторы), которые аккумулируют тепловую энергию потока отводимых технологических газов, в результате чего происходит нагрев рабочей жидкости (с температурой кипения не менее 140 °С), которая через расширительный бак по отводящему трубопроводу поступает в теплопередающие устройства, расположенные в донной части контейнера. В результате теплоотдачи в теплоизолированном контейнере происходит нагрев ОА. Затем нагретые аноды устанавливаются в электролизер, а на подогрев устанавливается следующая партия анодов. В процессе теплоотдачи рабочая жидкость охлаждается и по подводящему трубопроводу проходит через насос и вновь поступает в теплопринимающие устройства.

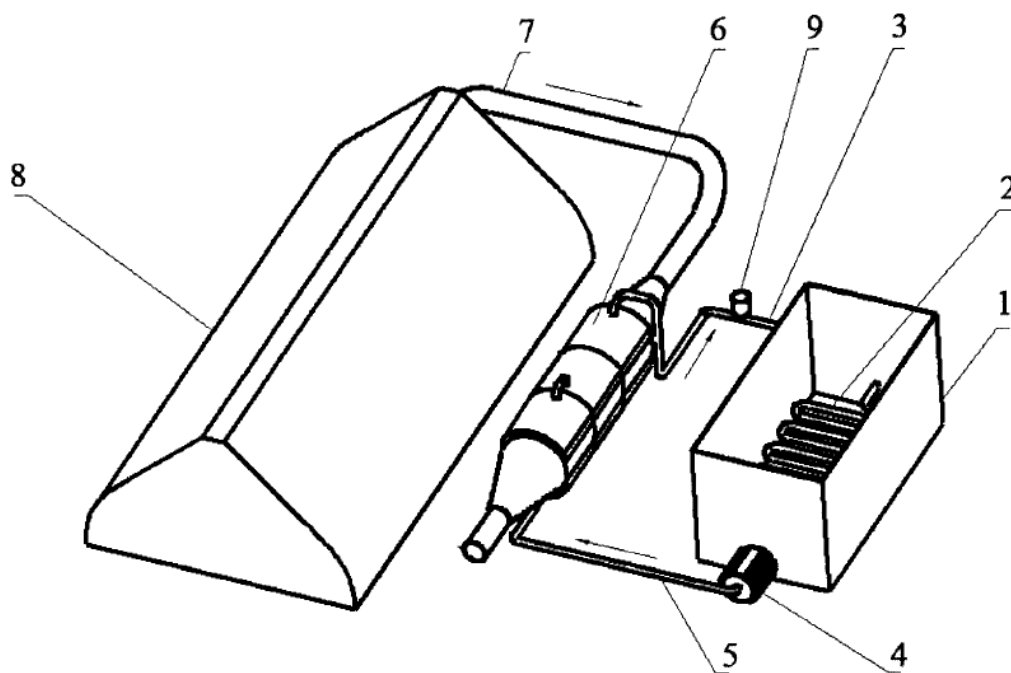


Рис. 2. Установка для предварительного нагрева обожженных анодов

1 – теплоизолированный контейнер; 2 – теплопередающие устройства в виде жидкостных радиаторов; 3 – подводящий трубопровод; 4 – циркуляционный насос; 5 – отводящий трубопровод; 6 – теплопринимающие устройства; 7 – газозод; 8 – газосборное укрытие электролизера; 9 – расширительный бак

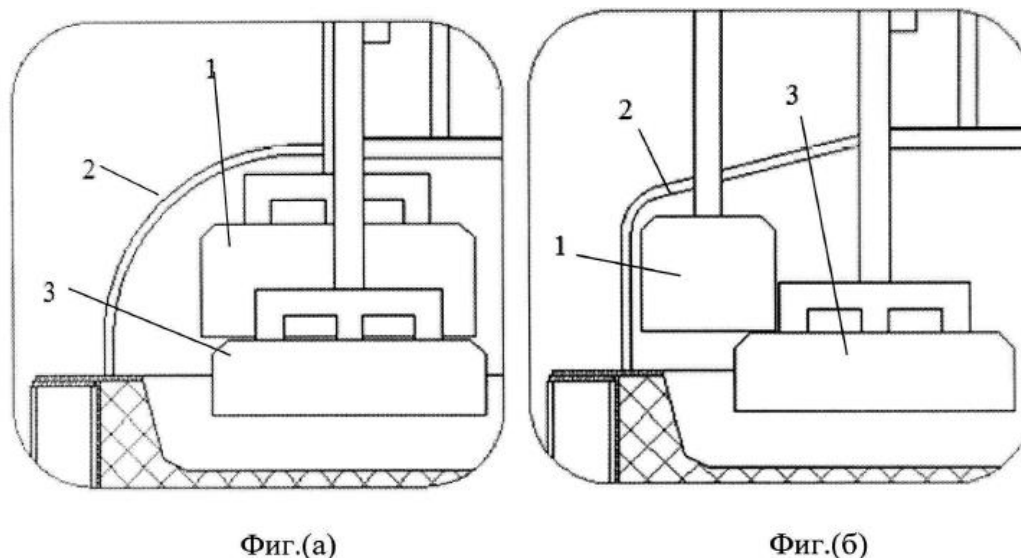


Рис. 3. Схема расположения нового анода под укрытием электролизера
 1 – обожженный анод; 2 – укрытие электролизера в торце электролизера (фиг. а) и/или на его продольной стороне (фиг. б); 3 – анодный огарок

Авторы отмечают следующие преимущества предлагаемого решения:

- нагрев обожженных анодов в данном устройстве производится в течение 2–2,5 часов до температуры 100–120 °С;
- снижение температуры газового потока в газоходе за счет отвода части тепловой энергии от технологических газов, снижение физического объема отводимых газов, технологической нагрузки на газоочистное оборудование и энергетических затрат на эксплуатацию оборудования, повышение срока его службы;
- снижение последствий термоудара с расплавом электролита и вероятности нарушения стабильного технологического режима электролизера за счет локального переохлаждения электролита и нарушения установившихся циркуляционных потоков расплавов в электролизере.

Существенным недостатком изобретения является необходимость размещения габаритного оборудования установки и развитой сети газоходов для транспортировки технологических газов и теплоносителя. Это, в свою очередь, ведет к дополнительным трудозатратам и теплопотерям при транспортировке нагретых анодов для их дальнейшей установки в электролизер. Низкая температура нагрева анодного блока ограничивает технологические возможности данного способа.

Группой авторов [13] разработан способ замены анода при электролизе расплава в

алюминиевом электролизере. Достижение вышеуказанного технического результата обеспечивается тем, что перед операцией замены анодов новые ОА предварительно устанавливаются под укрытие электролизера, в непосредственной близости рабочих анодов (рис. 3).

Новый анод устанавливается под укрытием в торце или на продольной стороне электролизера. Перенос тепла в пространстве под укрытием осуществляется конвекцией в результате течения газов, а также излучением от нагретых поверхностей.

Прогревают новые аноды с использованием тепла от поверхностей расплава, рабочего анода, кожуха электролизера и от газов, выделяющихся при электролизе. Новые аноды устанавливают под укрытия электролизера, расположенные на его торцевых и/или продольных сторонах. Температура нагрева анода перед установкой на рабочее место составляет 80–200 °С.

Установленный новый анод нагревается в пространстве под укрытием электролизера до сгорания одного из рабочих анодов (8–48 часов). Во время операции замены анодный огарок удаляется и на его место устанавливается предварительно нагретый анод. На освободившееся под укрытием место, на предварительный нагрев устанавливается новый анод. Данная операция повторяется во время каждого цикла замены анодных огарков в про-

цессе электролитического получения алюминия.

Авторы отмечают следующие отличия и преимущества изобретения:

- снижение временных вольт-добавок напряжения на замену анода за счет использования выделяемого и рассеянного тепла электролизера для предварительного подогрева нового анода;
- выход предварительно подогретого анода на номинальную нагрузку осуществляется быстрее; сокращается время прогрева анода в расплаве электролизера и выхода на номинальную мощность;
- повышение выхода по току, снижение удельного расхода электроэнергии;
- рациональное использование выделяемого тепла электролизера, способствующее экономии электроэнергии (до 200 кВт·ч /т).

Способ также не нашел промышленного применения, т. к. увеличение нагрузки на анодные штанги и фиксирующие их замки при размещении на рабочем аноде нового ОА потребует изменения их конструкции либо разработки дополнительного удерживающего устройства. Конструкция газосборных укрытий также требует конструктивной доработки, т. к. внутренне пространство анодного устройства не позволяет разместить новый анод на действующих электролизерах. Кроме того, операция установки анодов для нагрева потребует дополнительной процедуры разгерметизации электролизера, что ведет к избыточным тепловым потерям и выбросу в атмосферу корпуса фтористых соединений.

Одной из последних известных разработок является работа авторов [14]. Сущность изобретения заключается в том, что нагрев анода выполняют в герметичных условиях посредством тока высокой частоты 20–120 МГц. Техническим результатом является возникновение на аноде скин-эффекта, обуславливающего преимущественный нагрев поверхностного слоя анода, что способствует сокращению затрат электроэнергии при достижении высокой температуры нагрева анода.

Способ осуществляется следующим образом. Электролизный цех оборудуется генератором переменного тока с частотой генерируемого тока 20–120 МГц. Новый анод, подлежа-

щий установке в электролизер, устанавливается в герметично изолированном объеме. Анод снабжается аппаратурой измерения температуры поверхности, например, контактной термопарой. Анод присоединяется к генератору при помощи шин. Ток подается на анод в течение 2–10 минут до достижения на поверхности анода температуры 30–800 °С. Далее нагретый анод устанавливается в электролизер при помощи подъемно-транспортных устройств.

Авторами отмечены следующие преимущества применения данного способа:

- сокращение вероятности термошока и образования неэлектропроводного криолитогиноземного слоя на поверхности анода, сохранение электрической проводимости анода и проводимости между расплавом электролита и анодом.
- повышение эффективности электролиза за счет расширения технологических возможностей способа подготовки обожженных анодов. Использование электрического тока высокой частоты и герметичного объема для нагрева анода обуславливает интенсивный и скоростной нагрев анода с исключением теплотерь.

Следует отметить, что использование генератора электрического тока высокой частоты повышает энергетические затраты и снижает экономическую эффективность процесса предварительного нагрева. Существенным недостатком является контактный способ присоединения анода к генератору при помощи шин. Решение требует установки прижимных зажимов, обеспечивающих качественный электрический контакт, а также дополнительных операций по подключению/отключению электрической цепи. Значение удельного электросопротивления в контактах шина-анод является источником потери энергии, а также требует регулярного обслуживания и замены.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что направление исследований по оптимальному способу предварительного нагрева обожженных анодов имеет большое значение для технико-экономических показателей процесса электролитического получения алюминия. При этом, авторские коллек-

тивы предлагают альтернативные подходы для реализации мероприятий по нагреву анодов на практике. Стоит отметить, что существующие недостатки на данном этапе не позволяют использовать ни один из способов в

производственных условиях. Таким образом, вопрос выбора наиболее целесообразного варианта предварительного нагрева анодов остается открытым и требует проведения опытных испытаний.

Список источников

1. Зельберг Б.И., Рагозин Л.В., Баранцев А.Г., Ясевич О.И., Григорьев В.Г., Баранов А.Н. [и др.] Производство алюминия и сплавов на его основе: справочник металлурга. Иркутск: ИргТУ, 2015. 764 с.
2. Кондратьев В.В., Ершов В.А., Шахрай С.Г., Иванов Н.А. Предварительный нагрев обожженного анода // Руда и металлы. 2015. № 1. С. 54–56.
3. Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров // Руда и металлы. 2001. 671 с.
4. Минцис М.Я., Поляков П.В., Сиразутдинов Г.А. Электрометаллургия алюминия. Новосибирск: Наука, 2001. 368 с.
5. Немчинова Н.В., Радионов Е.Ю., Сомов В.В. Исследование влияния формы рабочего пространства на МГД-параметры работы электролизера при производстве алюминия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2019. Т. 23. № 1. С. 169–178.
6. Aune F., Bugge M., Kvande H., Ringstad T., Rolseth S. Thermal effects by anode changing in prebake reduction cells // Light Metals. 1996. P. 562–568.
7. Poole R.T., Etheridge C. Aluminum Reduction Cell Variables and Operations in Relation to Current Efficiency // Light Metals. 1997. P. 163–182.
8. Fortini O. Hall cell energy recovery and anode pre-heating, gauging the opportunity // JOM. 2011. P. 127–131.
9. Fortini O., Garimella S., Kuhn E., Ruan Y., Yacob B., Sorensen J. Experimental studies of the impact of anode pre-heating // Light Metals. 2012. P. 595–600.
10. Grimstad M., Elstad K.R., Solheim A., Einarsrud K.E. Utilization of waste heat for pre-heating of anodes // Light Metals. 2020. P. 811–816.
11. Пат. № 2385973, Российская Федерация, МПК C25C 3/10. Контейнер для герметизации анодных огарков / С.Г. Шахрай, В.В. Пингин, Ю.А. Попов, С.И. Ахметов, Е.Р. Шайдулин; патентообладатель Юнайтед Компани Русал АйПи Лимитед. Оpubл. 10.04.2010. Бюл. № 10.
12. Пат. № 157373, Российская Федерация, МПК C25C 3/10. Установка для предварительного нагрева обожженных анодов для производства алюминия / В.В. Кондратьев, С.Г. Шахрай, В.Н. Николаев; патентообладатель Иркутский национальный исследовательский технический университет. Оpubл. 27.11.2015. Бюл. № 33.
13. Пат. № 2621202, Российская Федерация, МПК C25C 3/12. Способ замены анода при электролизе расплава в алюминиевом электролизере / Г.В. Архипов, Р.Х. Мухаметчин, Е.Р. Шайдулин, Ю.О. Авдеев; патентообладатель Объединенная Компания РУСАЛ Инженерно-технологический центр. Оpubл. 01.06.2017. Бюл. № 16.
14. Пат. № 2650359, Российская Федерация, МПК C25C 3/00. Способ подготовки обожженных анодов для электролиза алюминия / П.В. Поляков, А.А. Власов, О.В. Юшкова, А.В. Завадяк, И.И. Пузанов, А.И. Безруких [и др.]; патентообладатель Сибирский федеральный университет. Оpubл. 11.04.2018. Бюл. № 11.

Информация об авторах / Information about the Authors

Фефелов Михаил Михайлович,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
m-fefelov@inbox.ru

Mikhail M. Phephelov,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
m-fefelov@inbox.ru

Сысоев Иван Алексеевич,
к.т.н., 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 of Non-Ferrous Metals Metallurgy
Department,
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 № 2 2023

Редакторы И.П. Маркина
Е.В. Шешуков
Верстка Н.П. Дзюндзя

Выход в свет 30.06.2023 г.
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83