

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

2025
ЧАСТЬ II

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (571) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Даниил Борисович Эльконин* (1904–1984), советский психолог и педагог, автор оригинального направления в детской и педагогической психологии.

Даниил Борисович родился в селе Малое Перещепино Полтавской губернии в еврейской семье. Его старшим братом был советский живописец Виктор Эльконин. Даниил начал учиться в полтавской гимназии, но оставил ее в связи с тяжелым материальным положением семьи. Повзрослев, Эльконин работал делопроизводителем военно-политических курсов и воспитателем в колонии малолетних правонарушителей.

В 1924 году по командировке Наркомпроса УССР он поступил на психолого-рефлексологический факультет Ленинградского института социального воспитания (впоследствии объединенного с Ленинградским педагогическим институтом имени А. И. Герцена). По окончании ЛГПИ Даниил Борисович стал работать педологом-педагогом детской профамбулатории Октябрьской железной дороги, затем преподавал на кафедре педологии в ЛГПИ, где темой его работы (в сотрудничестве с Львом Выготским) были вопросы детских игр. Он также был учителем начальных классов в одной из ленинградских школ, преподавал в педагогическом институте, создавал школьные учебники по русскому языку для народностей Крайнего Севера. А в 1940 году Эльконин защитил кандидатскую диссертацию, посвященную развитию речи школьников.

После Великой Отечественной войны (которую он провел на фронте и был награжден орденами и медалями) Эльконин вопреки его желанию не был демобилизован. Он получил назначение в Московский областной военно-педагогический институт Советской Армии, где не только преподавал психологию, но и разработал основные принципы построения курса советской военной психологии.

В период борьбы с космополитизмом должно было состояться заседание комиссии, посвященное «разбору и обсуждению допускаемых подполковником Эльконым ошибок космополитического характера», которое было назначено на 5 марта 1953 года. Но именно в этот день умер Сталин, и заседание было отложено, а затем отменено. Подполковник Эльконин был уволен в запас.

В том же 1953 году Даниил Борисович стал штатным сотрудником Института психологии АПН РСФСР (ныне Психологический институт РАО), где и проработал до конца своей жизни. В институте он заведовал несколькими лабораториями, защитил докторскую диссертацию и был избран членом-корреспондентом АПН СССР. Многие годы он преподавал на факультете психологии МГУ.

Эльконин опубликовал несколько монографий и научных статей, которые были посвящены обзору проблем теории и истории изучения детства, его периодизации и психодиагностике. Он занимался такими вопросами, как психологическое развитие

детей в разном возрасте, психологией игры и вопросами учебной деятельности школьников, а также проблемой развития речи и обучения чтению детей. Основным вкладом Даниила Борисовича в советскую и мировую педагогику была разработка и внедрение новой системы обучения — развивающего обучения.

Даниил Борисович в своих работах опирался на идею о культурно-историческом развитии человека. Так, в восьми теоретических работах Эльконина было подробно раскрыто общее положение Льва Выготского. Данное положение (о том, что детство имеет конкретно-исторический характер) было также высказано Павлом Блонским и Алексеем Леонтьевым. Согласно положению Выготского, детство в разные исторические эпохи имеет разные закономерности и содержание. Исследователи пришли к выводу, что не существует одинакового детства. Именно поэтому важно понять теорию исторического развития детства, опираясь на историю психологии, этнографию, историю образования и т. д.

Эльконин считал, что все виды деятельности детей общественны по своей природе, содержанию и форме, поэтому ребенок с первой минуты рождения и с первых ступеней своего развития является общественным существом. Для Даниила Борисовича было неприемлемым положение «ребенок и общество», он считал правильным положение «ребенок в обществе». Также он считал ребенка активным субъектом в преобразовании и присвоении достижений человеческой культуры. Благодаря процессам преобразования ребенок воспроизводит и создает в себе человеческие способности. По данному вопросу Алексей Леонтьев и Даниил Эльконин придерживались единой точки зрения: ребенок в процессе преобразования деятельности осуществляет такую практическую или познавательную деятельность, которая адекватна, но не тождественна деятельности, которая воплощена в человеческой деятельности в предыдущем поколении.

Работы ученого были также посвящены психологии игры и проблемам периодизации игровой деятельности. В них он описал структуру игровой деятельности и выделил две ее стороны — познавательную и мотивационную. Эти стороны существуют в каждой ведущей деятельности, но развиваются неравномерно, чередуясь по темпу развития в каждом возрастном периоде.

Умер Даниил Борисович в 1984 году. Похоронен на Востряковском кладбище.

Каждые два года в Психологическом институте Российской академии образования проходят Эльконинские чтения, которые посвящены памяти Даниила Борисовича Эльконина.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аль-Баша А. С. Х. А.

Оптимизация системы сбора и подготовки газа на нефтегазоконденсатном Заполярном месторождении69

Аль-Баша А. С. Х. А.

Модернизация дожимной насосной станции (ДНС) на Приразломном местоположении применением установки «Хитер-Тритер»73

Аль-Баша А. С. Х. А.

Оценка эффективности проведения гидравлического разрыва пласта по объекту БС11 Тевлинско-Русскинского месторождения ... 77

Аль-Баша А. С. Х. А.

Исследование и обоснование применения гидравлического разрыва пласта для повышения нефтеотдачи в условиях низкопроницаемых коллекторов на примере Тевлинско-Русскинского месторождения80

Аль-Джави Х. А. Х.

Анализ работы системы сбора и подготовки нефти, воды и газа на Южно-Приобском месторождении82

Аль-Джави Х. А. Х.

Совершенствование методов предупреждения коррозии в системе сбора и подготовки нефти на Мамонтовском месторождении86

Багдасарян Т. Н.

Современные процессы висбрекинга90

Евланов И. Н.

Влияние сапропеля на кристаллическую структуру гипсового камня93

Ерошко Я. И., Якимова П. М.

Оптимизация процессов производства микросхем с использованием искусственного интеллекта98

Имияминов Р. А.

Техническое диагностирование насосных агрегатов по эксплуатационным параметрам ... 102

Марущенко Н. О.

Лазерное упрочнение твердосплавных штампов..... 104

Минязев А. Р.

Анализ пригодности применения полимерных материалов для строительства нефтепроводов и нефтепродуктопроводов 106

Минязев А. Р.

Анализ полиэтилена низкого давления для изготовления нефтепромысловых труб 108

Новоселов Н. В., Свитнева П. М., Стуков Г. А., Еникеев А. М., Жаков А. О.

Разработка кронштейна стрелы экскаватора для многофункциональной гусеничной платформы «Танкоград Т-1500» 110

Радькин Е. А.

Повышение промышленной безопасности резервуарных парков: современные подходы и технологии 114

Радькина Д. А.

Перспективы внедрения комплекса диагностики трубопроводов для снижения риска возникновения и развития аварии на площадке переработки газового конденсата..... 115

Трещев А. В., Висицкий П. Н., Быковский И. В.

Использование частотно-управляемых асинхронных электроприводов для АЭС..... 117

Фетисов А. О.

Комплекс испытательного оборудования для испытаний материалов на изнашивание при воздействии абразива в условиях низких температур 119

СОЦИОЛОГИЯ

Гарбуз А. А.

Проблема социальной активности студенческой молодежи..... 123

Гордиенко А. Е.

Мода в системе социокультурных факторов социализации молодёжи 126

Тарасова Е. Р.

Предпринимательская активность молодёжи ... 128

Тарасова Е. Р.

Виртуальные знакомства как способ коммуникации 130

Федоров Г. А.

Профессиональная идентичность
педагогических кадров в системе общего
образования как объект социологического
исследования 133

Чернова К. С.

Проблемы адаптации приезжих студентов 135

Чернышева Ю. Н.

Современные социальные технологии и их
влияние на окружающую человека среду 138

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Оптимизация системы сбора и подготовки газа на нефтегазоконденсатном Заполярном месторождении

Аль-Баша Абдулрахман Саддам Хамед Аль-Хаж, студент магистратуры

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Заполярное нефтегазоконденсатное месторождение отличается многопластовой структурой и сложными геологическими условиями. Основными продуктивными отложениями являются сеноман–аптские. Основной проблемой, усложняющей разработку месторождения, являются суровые климатические условия. Также наблюдается снижение пластового давления, что оказывает негативное влияние на работу систем сбора, компримирования и подготовки газа. Особенно это касается поддержания требуемых температур на входе в магистральный газопровод и условий работы оборудования для низкотемпературной сепарации. В таких условиях необходимо модернизировать существующие технические решения, чтобы поддерживать целевые параметры температуры, давления и степень извлечения конденсата. В статье предложены методы оптимизации работы дожимных компрессорных станций в условиях снижения пластового давления, включая развитие ДКС–2 и возможность ввода ДКС–3.

Ключевые слова: Заполярное месторождение, газ, компримирование, гидратообразование, теплоизоляция, пластовое давление, УКПГ, ДКС, газоперекачивающие агрегаты, трубопровод, температурный режим, модернизация.

Заполярное нефтегазоконденсатное месторождение (ЗНГКМ) характеризуется сложными климатическими и гидрогеографическими условиями, а также наличием многолетнемерзлых грунтов, что предъявляет повышенные требования к проектированию и эксплуатации инфраструктуры. В этих условиях целесообразным является применение лучевой системы сбора продукции, обеспечивающей надёжность и устойчивость функционирования добывающего комплекса.

Сбор продукции сеноман–аптских горизонтов осуществляется на двух технологических комплексах: УКПГ–1 и УКПГ–2, включающих два модуля. Для транспортировки газа используется лучевая схема, при которой шлейфы кустов скважин выполнены с применением труб диаметром 426 и 530 мм. Трубопроводы прокладываются надземным способом, размещаются на опорах, оснащены теплоизоляцией, гидроизоляционным полимерным покрытием и металлическим защитным кожухом.

При выполнении гидравлических расчётов трубопроводных систем в качестве значения внутренней шероховатости поверхности принято 3×10^{-5} м. Для газосборных сетей, обслуживаемых УКПГ–1 и УКПГ–2, параметры гидравлической эффективности определены на основании анализа эксплуатационных данных за 2021–2022 годы.

Анализ режимов функционирования газотранспортной инфраструктуры в указанный период позволил установить среднее значение коэффициента теплопере-

дачи между транспортируемой продукцией и окружающей средой, составляющее $0,59 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Особенности климата региона заключаются в наличии крайне низких температур: в наиболее холодные пятидневки средняя температура достигает -45°C . Учитывая прогнозируемое снижение как пластовых, так и устьевых давлений, необходимо обеспечить регулярный контроль параметров при проведении испытаний трубопроводов обвязки скважин и газосборных коллекторов.

Анализ температурных условий функционирования газосборных сетей показал, что в зимний период при понижении температуры воздуха до -45°C протяжённость трубопроводов способствует формированию условий для гидратообразования. Это связано с тем, что охлаждение транспортируемого газа ниже температуры образования гидратов, особенно при наличии высокого давления и свободной воды, значительно повышает риск их возникновения. Для предотвращения подобных ситуаций рекомендуется предусматривать оснащение шлейфов узлами подачи ингибитора гидратообразования, что позволит обеспечить надёжность и стабильность транспортировки газа в условиях сурового климата.

Дополнительно выявлена тенденция к накоплению жидкости в шлейфах газосборных сетей на поздних этапах эксплуатации месторождения. Согласно прогнозу, начиная с 2037 года в отдельных участках шлейфов УКПГ–1 начнёт формироваться среда, благоприятная для

скопления жидкости. К 2059 году это явление станет массовым в пределах всей системы данной установки. В отношении сетей УКПГ–2 аналогичные процессы будут запускаться с 2060 года, а к 2065 году накопление жидкости станет распространённой проблемой для большинства шлейфов. Эти изменения необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации газосборных сетей, чтобы своевременно реализовать меры по предупреждению образования застойных зон и обеспечить надёжную работу системы на длительную перспективу.

Накопление жидкости в трубопроводах газоснабжающих систем приводит к увеличению потерь давления, что отрицательно влияет на общую эффективность их работы. В некоторых случаях это может вызывать резкие выбросы значительных объёмов жидкости на площадки установки комплексной подготовки газа, что создаёт дополнительные риски и нагрузку на инфраструктуру. На заключительном этапе разработки месторождения необходимо принять меры по оптимизации функционирования трубопроводной системы с целью снижения потерь давления и повышения производительности.

В рамках таких мероприятий рассматривается внедрение различных технических решений, включая прокладку обходных линий (лупингов), установку пробкоуловителей, снижение диаметра трубопроводов, использование трёхходовых кранов для проведения поршней, применение технологии «труба в трубе» для увеличения скорости газового потока, перераспределение объёмов транспортируемого газа между линиями, а также монтаж устьевых компрессоров. Однако реализация указанных подходов потребует значительных капитальных затрат, и целесообразность их применения должна определяться в зависимости от текущего уровня разработки месторождения и динамики его эксплуатации.

При выборе оптимального варианта необходимо учитывать возможное внедрение новых технологических решений и соблюдение актуальных нормативных требований, регулирующих эксплуатацию трубопроводных систем. По этой причине формирование конкретного плана действий должно осуществляться на последующих стадиях проектирования с учётом актуальной информации о состоянии месторождения и доступных технических возможностей.

Для минимизации теплового воздействия промышленных газопроводов на мерзлотные грунты предусмотрена их наземная прокладка на низких свайных основаниях рамного типа. Такой способ укладки позволяет предотвратить термическое нарушение структуры вечномёрзлых пород и обеспечить долговечность опорной конструкции.

С учётом экстремально низких температур в зимний период проектом предусмотрено использование труб с теплоизоляцией из пенополиуретана толщиной 60 мм. Этот материал обладает низким коэффициентом теплопроводности — порядка 0,03 Вт/(м·К), что позволяет эффективно сохранять температурный режим транспорти-

руемого газа. Для защиты теплоизоляционного слоя от внешнего воздействия предусмотрено применение алюминиевых кожухов.

При разработке трассировки шлейфов от кустовых площадок до объектов подготовки газа учитывались возможности интеграции с уже существующей инфраструктурой, а также топографические, гидрографические и геокриологические характеристики местности. Такой подход обеспечивает оптимальное размещение объектов в условиях сложного природного рельефа и снижает затраты на строительство.

Выбор диаметров труб промысловых трубопроводов осуществлялся на основе оптимизационных расчётов, результаты которых подтвердили целесообразность баланса между скоростью транспортировки и гидравлическими потерями. Применение труб с уменьшенным диаметром приводит к превышению допустимого значения скорости потока, установленного на уровне 20 м/с, что сопровождается существенным ростом потерь давления за счёт трения. В то же время, использование труб с увеличенным диаметром ухудшает условия выноса жидкости из трубопровода и не оказывает значимого влияния на снижение необходимой мощности компрессорного оборудования.

Существенное влияние на режим работы установок подготовки газа оказывает температурный фон окружающей среды, особенно в условиях ограниченной степени расширения газа в турбодетандере. Повышенная температура воздуха в тёплое время года оказывает прямое влияние на пропускную способность установок ГП–1 и ГП–Х.

Практика эксплуатации УКПГ–Х ЗНГКМ показала, что в тёплый период действующее оборудование не всегда обеспечивает требуемую температуру газа на входе в магистральный газопровод (-2°C) и температуру в системе низкотемпературной сепарации на уровне $-25\ldots-30^{\circ}\text{C}$. Это приводит к вынужденному снижению объёмов добычи за счёт отключения отдельных технологических линий. В таких условиях происходит увеличение удельной поверхности теплообменников воздушного охлаждения (АВО) на установке ДКС–1, размещённых на коллекторе, что сопровождается ростом интенсивности охлаждения газа в системе АВО.

В текущих условиях требуется обеспечить температуру газа на выходе с установки комплексной подготовки газа на уровне -2°C . Для достижения данного параметра необходимо обеспечить более низкое отношение давлений в турбодетандере, находящееся в диапазоне 2,0–2,1. Одновременно с этим, давление газа после дожимной компрессорной станции ДКС–1 на входе в магистральный газопровод снижено с проектного уровня 11,8 МПа до примерно 10,8 МПа, что даёт возможность снизить и давление на участке низкотемпературной сепарации.

На рисунке 1 представлена схема двухступенчатого компримирования газа, реализованная для адаптации технологического процесса к изменяющимся условиям эксплуатации. В рамках данного подхода в зимний период давление нагнетания на выходе из ДКС–2 снижено до 10,0 МПа, а в

летний период — до 10,5 МПа. Однако с учётом продолжающегося падения пластового давления по мере выработки

запасов месторождения, возникает необходимость пересмотра существующей технологической схемы.

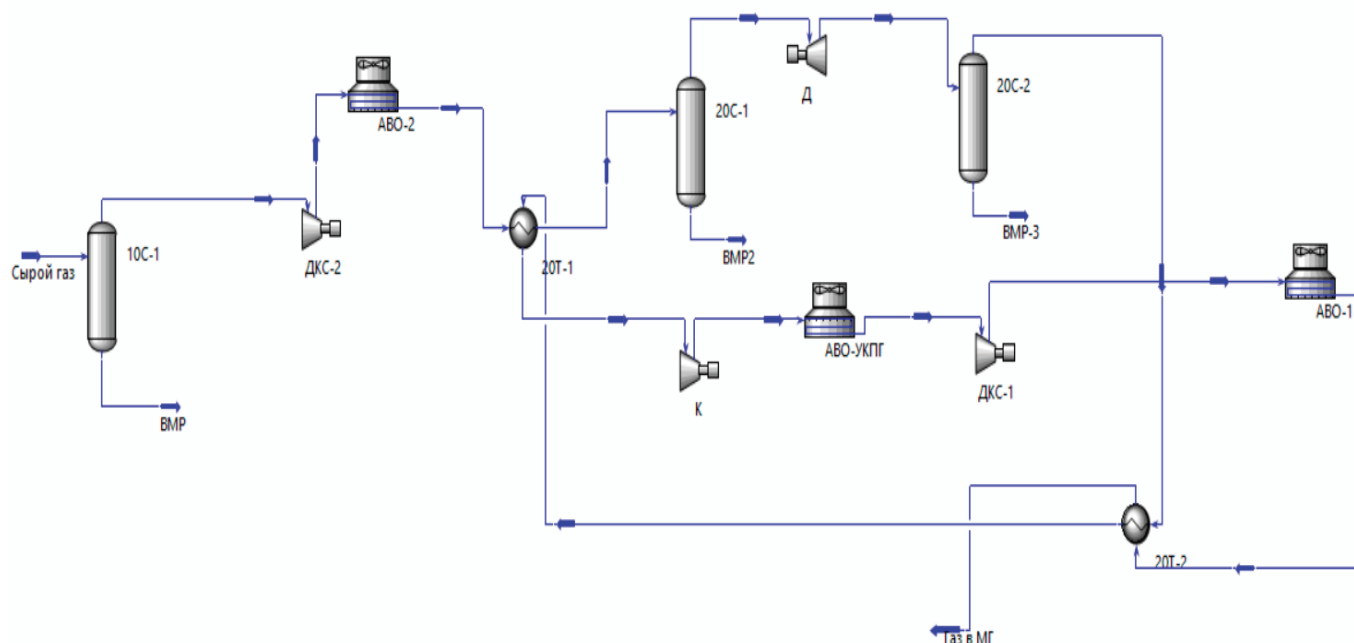


Рис. 1. Технологическая схема ГП-Х с двумя ДКС

Для обеспечения стабильной работы технологического комплекса на фоне снижающегося входного давления предлагаются два варианта решения: внедрение дополнительной очереди компрессорных мощностей или развития ДКС-2 с применением высоконапорных СПЧ.

Материалы и методы исследования

В рамках первого технологического решения предусматривается параллельная работа одиннадцати газоперекачивающих агрегатов, каждая с проектной степенью сжатия 1,9. Это позволит компенсировать падение давления на месторождении, поддерживать параметры транспортировки газа и обеспечить выполнение требований по температуре и давлению на выходе УКПГ и перед подачей в магистральный газопровод.

Целесообразность применения рассматриваемой технологической схемы компримирования обусловлена естественным снижением продуктивности месторождения, сопровождающимся сокращением объёмов добычи и снижением давления сырого газа на входе в установку комплексной подготовки газа. По мере выработки запасов наблюдается устойчивое падение пластового давления, что требует адаптации инфраструктуры для сохранения стабильности технологического процесса.

Рассмотрим вариант технологического развития ДКС-2 с применением высоконапорных СПЧ. На примере ДКС-2, входящей в состав площадки ГП-2, в рамках варианта разработки 3а рассмотрен подход к технологическому развитию дожимного комплекса с использованием

сменных проточных частей, способных обеспечивать отношение давлений до 4,5 в одном корпусе. Этот вариант основывается на увеличении степени сжатия в одной компрессорной ступени, что позволяет отказаться от строительства новой компрессорной станции ДКС-3. Вместо этого предусматривается расширение ДКС-2 за счёт ввода дополнительных газоперекачивающих агрегатов, работающих в параллельной конфигурации.

При дальнейшем падении входного давления предусмотрен переход к двухступенчатому сжатию за счёт переобвязки агрегатов, работающих параллельно, для их последовательного включения. Повышение степени сжатия сопровождается ростом температур на выходе из компрессоров, в связи с чем возникает необходимость установки дополнительных аппаратов воздушного охлаждения. Это обеспечит снижение температуры газа до проектных значений, соответствующих требованиям к подготовке перед подачей на установку комплексной подготовки газа.

Далее рассмотрим необходимое количество газоперекачивающих агрегатов, установок воздушного охлаждения газа, а также объёма потребления топливного газа для рассматриваемого варианта технологического развития с применением высоконапорных ступеней сжатия. Проведено сопоставление полученных результатов с аналогичными показателями варианта, предусматривающего ввод в эксплуатацию компрессорной станции ДКС-3 и последовательное компримирование газа.

Оценка потребности в АВО газа проводилась для условий эксплуатации в летний период, когда средняя температура атмосферного воздуха составляет 7,4 °С. При

этом расчётная температура газа на выходе из АВО принята равной 20 °С. Расчёты выполнены на основе установленных методик с использованием размерного коэффициента, равного 7,4 млн м³/сут, который определён по данным аналогичного оборудования и откорректирован с учётом возможного снижения эффективности работы аппаратов в ходе эксплуатации. В качестве ориентира использовались наблюдения за функционированием АВО, установленных на ЗНГКМ в составе ДКС–1.

Сводные характеристики и параметры вариантов развития систем компримирования газа на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении приведены в таблице 1.

Анализ результатов, представленных в таблице 1, показывает, что при использовании сменных проточных частей с отношением давлений до 4,0–4,5 и применении газоперекачивающих агрегатов мощностью 16,0 МВт, общая потребность в компрессорном оборудовании составит 16 единиц, из которых 14 будут задействованы в рабочем режиме, а 2 останутся в резерве. Достижение максимального количества рабочих агрегатов потребуется уже при выходе на отношение давлений 3,5.

Для обеспечения соответствия выходного потока параметрам, предусмотренным проектными требованиями к подготовке газа, потребуется установка шести дополнительных комплектов аппаратов воздушного охлаждения (АВО). Это позволит стабилизировать температурный режим газа на входе в УКПГ в условиях высоких температур после компримирования.

Целесообразность реализации концепции применения высоконапорных СПЧ на ЗНГКМ подлежит рассмотрению на этапе разработки проектов обустройства и/или реконструкции дожимного комплекса. При рассмотрении необходимо учесть возможности существующих ЦБК, потребность в АВО, обеспечить гармонизацию с проектными решениями

В ходе исследования было установлено, что в тёплое время года оборудование УКПГ-Х ЗНГКМ не обеспечивает требуемые температурные параметры газа на входе в магистральный газопровод (–2 °С) и по низкотемпе-

ратурной сепарации (–25...–30 °С). Это вынуждает снижать объёмы добычи за счёт отключения технологических линий. Дополнительно, снижение давления газа после ДКС-1 и падение пластового давления усугубляют проблему, создавая дополнительную нагрузку на оборудование.

Для решения этой проблемы предлагается комплексный подход: обеспечение заданной температуры газа на выходе из УКПГ путём снижения отношения давлений в турбине ТДА до 2,0–2,1, регулирование давления нагнетания ДКС-2 в зависимости от сезона, а также реализация проекта по вводу новой очереди компрессорных цехов с установкой 16 газоперекачивающих агрегатов, работающих параллельно при степени сжатия 1,9.

В ходе работы были рассмотрены варианты технологического развития систем компримирования газа на Заполярном НГКМ с использованием газоперекачивающих агрегатов мощностью 16 МВт. Наиболее эффективным решением для разработки сеноман-аптских залежей признаны добавление ДКС-3 и модернизация ДКС с применением СПЧ. Последний вариант позволит повысить отношение давлений до 4,5 единиц в одном корпусе, отказаться от строительства новой ДКС-3 и расширить действующую ДКС-2, а также перейти на двухступенчатое сжатие.

Однако этот метод оказался недостаточно эффективным в долгосрочной перспективе. В условиях увеличивающейся нагрузки на систему, оптимальным решением является внедрение новых газоперекачивающих агрегатов.

В процессе исследования был выполнен расчет работы НТС и ДКС на УКПГ, а также смоделирована усовершенствованная схема подготовки газа для транспорта газа с применением трехступенчатой системы компримирования газа. Это решение является целесообразным в условиях естественного истощения месторождения и снижения пластового давления на УКПГ.

Анализ показал, что добавление ДКС-3 приведет к положительному эффекту. В частности, входное давление повысилось с 4,45 МПа до 6,72 МПа — на 33,78 %, необхо-

Таблица 1. Основные характеристики вариантов технологического развития систем компримирования газа на Заполярном НГКМ. Применение ГПА единичной мощностью 16,0 МВт

Показатели	Вариант с вводом ДКС–3	Вариант без ввода ДКС–3 и с расширением ДКС–2	Выводы об изменениях при применении высоконапорных СПЧ
Количество установленных ГПА, шт. (схема работы)	16	16	Кол–во установленных агрегатов не изменилось
Схема работы: работа в одну ступень работа в две ступени	6+2 6+2 / 6+2	14+2 6+2 / 6+2	
Потребное количество АВО газа, шт.	22	28	Потребность в АВО увеличилась на 6 комплектов
Расход топливного газа за рассмотренный период 2025–2087, млрд м ³	11,95	18,10	Увеличился расход топливного газа

димая мощность сократилась с 23,22 МВт до 17,51 МВт — на 24,59 %.

Это решение обеспечит давление газа на входе в НТС после ДКС-2 на уровне 10,5 МПа, что позволит сохранить стабильную работу НТС. В случае отсутствия улучшений

потребовались бы более высокие отношения давлений в турбине ТДА (2,0–2,1 единицы), что приведет к повышению нагрузки на газоперекачивающие агрегаты. Это нежелательно, поскольку номинальная мощность для ПС-90 составляет 18 МВт, что ограничивает возможности.

Литература:

1. Абдуллаев, Р. В. Оптимизация подготовки газа на основе имитационного моделирования процессов абсорбционной осушки и гидратообразования: дис.... канд. техн. наук / Р. В. Абдуллаев. — Уфа, 2014. — 150 с. — Текст: непосредственный.
2. Кичатов, В. В. Оптимизация режимов работы газоперекачивающих агрегатов в системе компримирования компрессорной станции / В. В. Кичатов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2015. — № 7. — С. 55–61. — Текст: непосредственный.
3. Кузьмин, И. К. Интегрированный подход к выбору концепции обустройства уникального нефтегазоконденсатного месторождения / И. К. Кузьмин, М. Ю. Осколкова // Научное обозрение. — 2024. — № 37 (187). — С. 45–52. — Текст: непосредственный.
4. Мухаметова, Н. Д. Технология низкотемпературной сепарации с дефлегмацией для первичной переработки природного газа: дис.... канд. техн. наук / Н. Д. Мухаметова. — Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2018. — 100 с. — Текст: непосредственный.
5. Овечкина, Е. С. Технологии эксплуатации обводняющихся газовых скважин / Е. С. Овечкина // в сборнике: Новые технологии — нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — 2018. — Текст: непосредственный.

Модернизация дожимной насосной станции (ДНС) на Приразломном местоположении применением установки «Хитер-Тритер»

Аль-Баша Абдулрахман Саддам Хамед Аль-Хаж, студент магистратуры

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Площадка насосной станции ДНС-1 Приразломного месторождения предназначена для первичной подготовки нефти, воды и газа, включая сепарацию, обезвоживание и транспорт сырья на дальнейшие объекты. В условиях роста обводненности и увеличения объемов поступающей продукции, вызванного вводом новых скважин, выявлена угроза превышения проектной производительности установки. Для повышения эффективности предлагается модернизация ДНС-1 путем внедрения установки предварительного сброса воды (УПСВ) типа «Хитер Тритер», обеспечивающей термическое разделение фаз.

Ключевые слова: ДНС-1, Приразломное месторождение, УПСВ, Хитер Тритер, водонефтяная эмульсия, сепарация, обводненность, теплообменник, подготовка нефти, модернизация.

На территории насосной станции ДНС-1, расположенной на Приразломном месторождении (рисунок 1), сосредоточены технологические процессы, обеспечивающие эффективную подготовку и транспортировку добываемых углеводородов и сопутствующих компонентов.

В рамках функционирования данной площадки осуществляется отделение пластовой воды, поступающей вместе с нефтью, с последующей её обработкой и направлением на блочную кустовую насосную станцию, которая входит в структуру цеха поддержания пластового давления. Здесь же производится начальная сепарация нефти, содержащей как воду, так и газ, поступающей с различных кустов скважин. Далее обводнённая нефть перекачивается насосным способом в напорный неф-

тепровод, ведущий к пункту подготовки и сбора нефти месторождения. Помимо этого, в процессе сепарации из нефти выделяется свободный попутный газ, который затем транспортируется под давлением на компрессорную станцию цеха, отвечающего за сбор, подготовку и транспорт газа. Часть выделенного газа утилизируется посредством факельного оборудования, установленного на территории насосной станции. На объекте ДНС-1 Приразломного месторождения в процессе подготовки углеводородного сырья и сопутствующих компонентов наиболее значимыми технологическими осложнениями являются увеличение водонасыщенности продукции, образование устойчивых эмульсий, а также отложения солей.

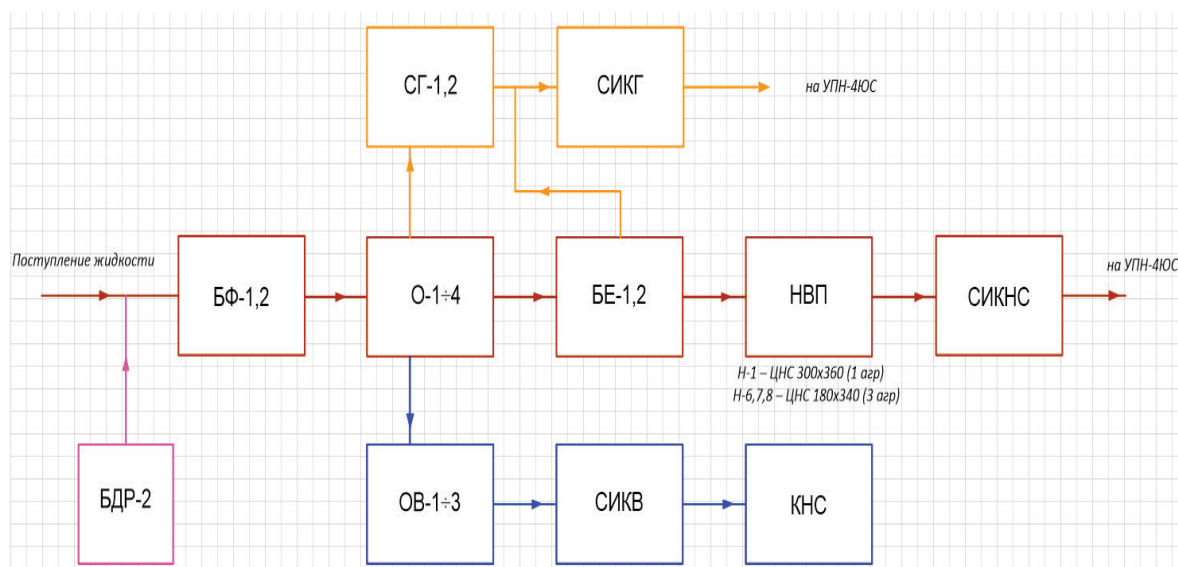


Рис. 1. Технологическая схема расположения оборудования ДНС-1 до модернизации

Материалы и методы исследования

Блочная автоматизированная установка УПСВ типа «Хитер Тритер» предназначена для разделения продукции нефтедобывающих скважин и подготовки нефти до требуемых норм качества (рисунок 2).

Сепарационная установка с прямым подогревом типа Heater Treater применяется на месторождениях для эффективной подготовки нефти и пластовой воды. Данное оборудование обеспечивает проведение промежуточной стадии дегазации продукции скважин, способствует предварительному удалению влаги из нефти и очищает отделённую воду, а также позволяет довести

нефть до требуемых товарных показателей по содержанию воды.

Обычно установка размещается после этапа грубого удаления свободной воды в процессе подготовки нефти. Подогрев способствует более эффективному разделению нефтяной и водной фаз, а также осаждению твёрдых примесей, таких как частицы песка или продукты коррозии. Контроль качества очищенной нефти осуществляется с помощью датчиков, фиксирующих объём осадка и остаточного содержания воды.

Аппарат термической обработки включает в себя две основные функциональные зоны: нагревательную и разделительную. В первой происходит подача сырьевой

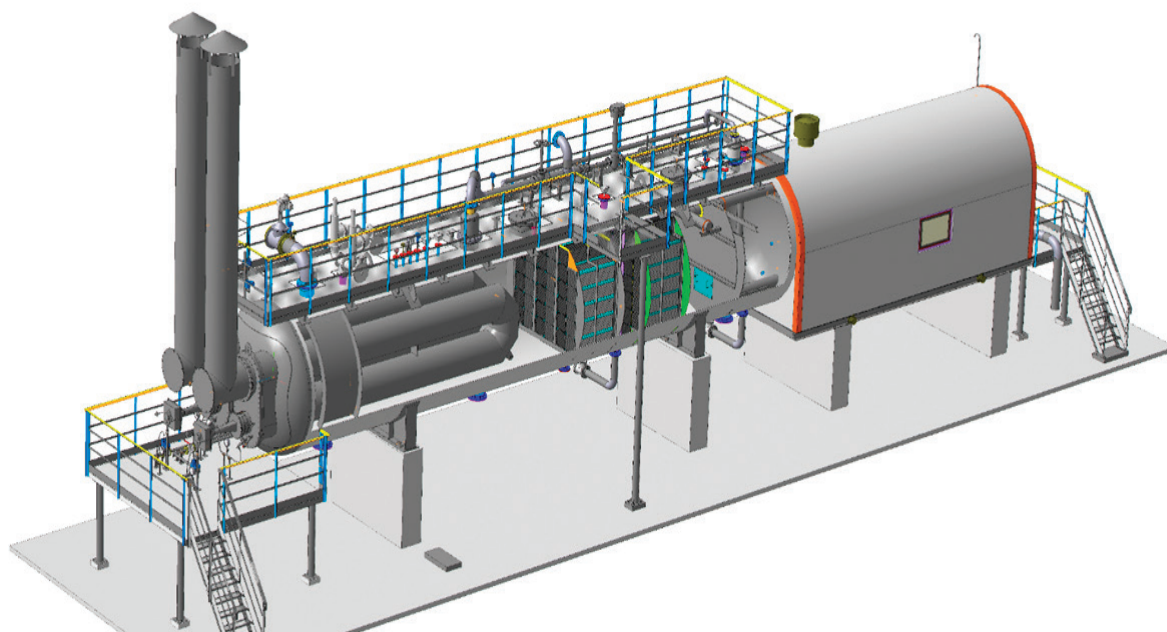


Рис. 2. УПСВ типа «Хитер Тритер»

смеси и тепла — с использованием либо встроенной горелки, либо паровых теплообменников. Под действием высокой температуры снижается вязкость нефти, благодаря чему она легче проходит через водную фазу, ускоряя процесс разделения.

Переход потока из секции нагрева в зону очистки осуществляется через внутреннюю перегородку, расположенную на границе между функциональными участками аппарата. В результате снижения вязкости нефти и увеличения времени нахождения в этой зоне обеспечивается эффективное отделение водной фазы. Газовая составляющая, высвобождающаяся в процессе, накапливается в верхней части сосуда и удаляется через патрубок, оснащённый устройством, контролирующим давление внутри резервуара.

Отвод воды производится через нижнюю часть аппарата. Далее она направляется на последующую очистку, включающую удаление оставшихся механических включений и следов углеводородов. После дополнительной обработки жидкость может быть подвергнута фильтрации и умягчению для дальнейшего использования — например, в системах парогенерации или для закачки в пласт.

Сбор нефти осуществляется из водоотбойной зоны, размещённой в верхней части резервуара. Управление отводом нефти производится либо через регулирующий клапан, обеспечивающий плавное изменение потока, либо посредством двухпозиционного регулирующего устройства.

Аппараты типа Heater Treater могут быть выполнены как с прямым, так и с косвенным типом подогрева, а также иметь горизонтальную либо вертикальную ориентацию. Принципиальное различие между этими компоновками заключается во времени пребывания продукта: горизонтальные модели обеспечивают более длительное удержание жидкости в аппарате, что повышает степень сепарации.

Для предварительного нагрева водонефтяной эмульсии перед подачей в установку «Хитер-Тритер» предлагается использование теплообменного оборудования, работающего на утилизируемом тепле от газопоршневой электростанции (ГПЭС). Конструкция теплообменника выбрана с учетом параметров тепловой утилизации, характеристик потока и требуемой температуры нагрева. В роли теплоносителя применяется сетевая вода, поступающая от котельной установки. Циркуляцию теплоносителя обеспечивают насосы, размещённые вблизи теплообменного аппарата, установленные в утеплённых шкафах и входящие в состав системы подогрева эмульсии.

Для поддержания стабильного технологического процесса подготовки нефти на ДНС предусмотрена возможность резервного включения горелок, установленных в аппарате «Хитер-Тритер». Эта мера необходима в ситуациях внепланового вывода из эксплуатации теплообменного оборудования, а также при аварийной остановке газопоршневой электростанции, что приводит к прекращению работы системы утилизации тепла.

При выборе теплообменного устройства, предназначенного для предварительного нагрева водонефтяной

эмульсии, основное внимание уделялось таким критериям, как конструкционная простота, удобство технического обслуживания и возможность размещения оборудования в открытом исполнении в непосредственной близости от нагревательной установки. С учётом наличия механических примесей и твёрдых частиц в составе эмульсии использование пластинчатых теплообменников признано неэффективным и нецелесообразным. Наиболее подходящим вариантом являются теплообменники типа «труба в трубе», отличающиеся надёжностью, технологической простотой и высокой ремонтопригодностью. Такая конструкция позволяет персоналу обслуживающей службы выполнять все необходимые ремонтные и профилактические работы без привлечения дорогостоящих комплектов и расходных материалов.

Результаты исследования и их обсуждение

Планируется установка теплообменника типа «труба в трубе» в непосредственной близости к аппарату «Хитер-Тритер», на участке трубопровода, расположенном после первой ступени сепарации. В процессе эксплуатации в межтрубной зоне будет циркулировать чистая сетевая вода, тогда как внутри внутренней трубы будет проходить водонефтяная эмульсия, содержащая нефть, воду и газы.

Интеграция теплообменного оборудования в систему подготовки нефти обеспечивает ряд значимых преимуществ. Во-первых, она способствует увеличению генерации электрической энергии и мощности газопоршневой электростанции в условиях повышенных температур окружающей среды за счёт снижения риска перегрева двигателей. Во-вторых, реализация такой схемы позволяет снизить частоту внештатных остановок энергетических блоков, обусловленных перегревом охлаждающей системы. Дополнительно уменьшается потребление электроэнергии на внутренние нужды предприятия, благодаря снижению нагрузки на вентиляторы охлаждения. Всё это, в совокупности, ведёт к уменьшению объёма выбросов в атмосферу, что благоприятно отражается на экологической обстановке в районе эксплуатации.

Тепловая утилизация с использованием теплообменников для предварительного нагрева эмульсии перед аппаратами «Хитер-Тритер» повышает общую энергетическую эффективность как подготовки нефти, так и работы электростанции. При этом предлагаемая схема отличается эксплуатационной надёжностью, простотой технического обслуживания, экономической целесообразностью и энергоэффективностью.

Следующим этапом является определение необходимого количества установок предварительного сброса воды типа «Хитер Тритер» для обеспечения стабильной работы ДНС-1 Приразломного месторождения.

Производительность УПСВ «Хитер Тритер» по сырью составляет 2880 м³/сут. Следовательно, для ДНС-3 при увеличении объёмной производительности по сырью на 2500 м³/сут необходима 1 УПСВ «Хитер Тритер». Технологи-

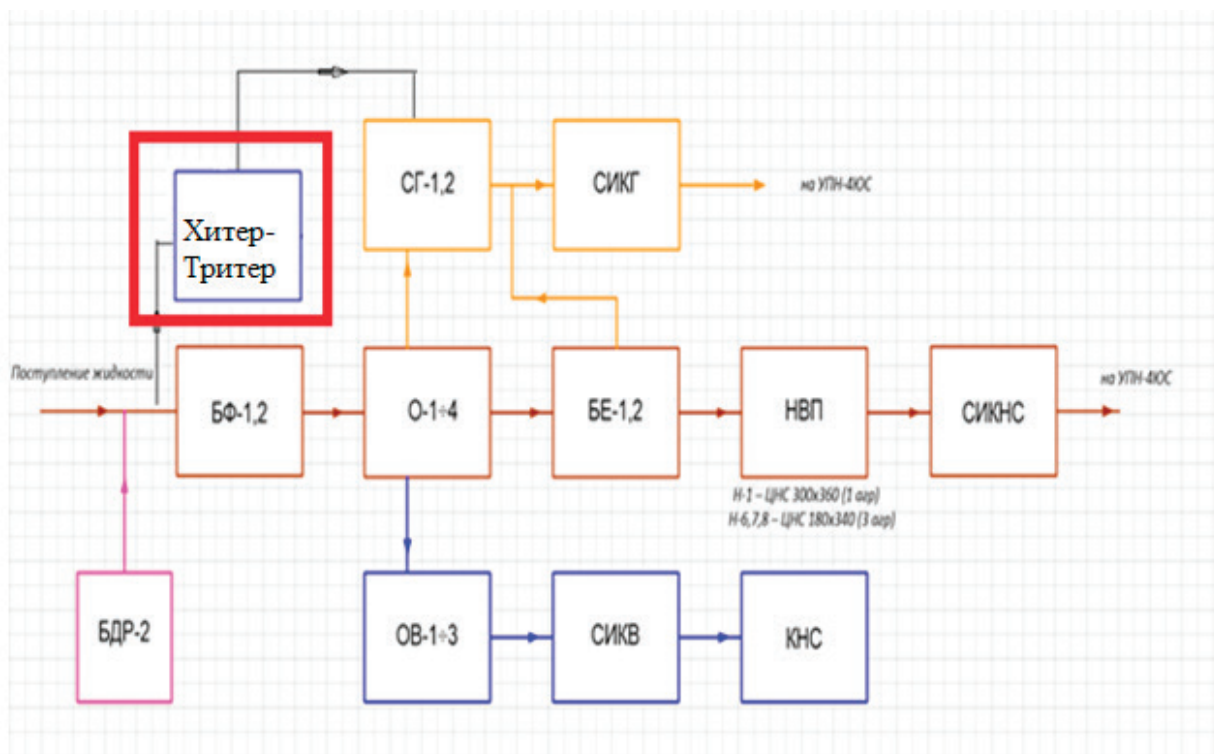


Рис. 3. Технологическая схема расположения оборудования ДНС–1 после модернизации

гическая схема расположения оборудования ДНС–1 после модернизации путем установки УПСВ «Хитер Тритер». представлена на рисунке 3.

Таким образом, внедрение УПСВ «Хитер Тритер» в состав установки позволит значительно улучшить ее эффективность и обеспечить более стабильную и надежную работу.

Выводы

На Приразломном месторождении применяется герметичная однотрубная система сбора и подготовки продукции скважин, которая обеспечивает надёжную и эффективную транспортировку добываемой смеси. Однако по мере увеличения обводнённости продукция теряет текучесть, а эффективность действующей системы постепенно снижается. В настоящее время оборудование насосной станции ДНС–1 функционирует с высокой степенью загрузки, достигающей превышения проектных значений на 10 %.

Внедрение технологической установки типа «Heater-Treater» представляет собой перспективное решение, способствующее более эффективному разделению нефтяной эмульсии на основные компоненты — нефть, газ и воду. За счёт объединения в одном аппарате функций нагрева,

сепарации и очистки, данное устройство позволяет повысить общую производительность системы и стабилизировать технологический режим при возрастании объёма поступающей продукции.

«Хитер-Тритер» представляет собой нефтегазоводораспределительное устройство с прямым подогревом, обеспечивающее одновременное выполнение нескольких ключевых операций, которые в традиционных схемах реализуются с использованием различных монофункциональных аппаратов. К их числу относятся предварительное обезвоживание нефтяной смеси, её разделение на фракции и получение очищенной нефти, готовой к дальнейшему использованию или транспортировке.

Одним из важных преимуществ применения установки является её универсальность — она эффективно работает с различными типами нефти, включая тяжёлые и лёгкие сорта, а также эмульсии с высоким содержанием воды (до 98 %). Компактность и функциональная насыщенность аппарата позволяют заменить сразу несколько единиц оборудования, что упрощает производственную схему и снижает эксплуатационные затраты. Интеграция процессов нагрева, разделения фаз, удаления воды и очистки в одном корпусе значительно повышает эффективность этапа предварительного сброса воды из нефтяной смеси.

Литература:

1. Гулиянец С. Т. Инновационные технологии в нефтехимии и решение экологических проблем: монография / С. Т. Гулиянец. — Тюмень: ТюмГНГУ. — Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Зарипов А. Г. Комплексная подготовка продукции нефтегазодобывающих скважин резервуарах / А. Г. Зарипов. Том 2 — Москва: Издательство МГГУ, 1996. —226 с.

3. Каспарьянц, К. С. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти и газа / К. С. Каспарьянц, В. И. Кузин, Я. Г. Григорян. — Москва: Недра, 1977. — 254 с.
4. Крюков В. А. Совершенствование предварительного сброса воды на месторождениях АО «Самотлорнефтегаз» / В. А. Крюков, Н. В. Пестрецов // Нефтяное хозяйство. — 2003. — № 4. — С. 114–116.
5. Леонтьев С. А. Расчет технологических установок системы сбора и подготовки скважинной продукции: учеб. пособие / Р. М. Галикеев, О. В. Фоминых; С. А. Леонтьев. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. — 118 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/223916>

Оценка эффективности проведения гидравлического разрыва пласта по объекту БС11 Тевлинско-Русскинского месторождения

Аль-Баша Абдулрахман Саддам Хамед Аль-Хаж, студент магистратуры

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Тевлинско-Русскинское месторождение является одним из значимых объектов для изучения применения ГРП в условиях низкопроницаемых пластов.

В данной статье дан анализ существующих методов ГРП на объекте, оценка их эффективности для конкретных условий Тевлинско-Русскинского месторождения, проведено исследование влияния различных параметров на эффективность ГРП, рассмотрены возможности улучшения характеристик коллекторов и предложены методы оптимизации процесса.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, низкопроницаемые коллекторы, пласт, объект, проницаемость.

Операции ГРП на объекте БС₁₁ начали применять с 2004 г. По состоянию на 01.01.2021 на добывающем фонде объекта БС₁₁ выполнено 312 операций ГРП. Основная часть операций выполнена на фонде из бурения — 243 ГРП (или 78 %), на эксплуатационном фонде проведено — 49 ГРП (или 16 %), 14 ГРП (или 4 %) — при приобщении с ГРП к другому ранее работающему объекту с последующим спуском установки ОРЭ и при переводе с другого объекта — 6 ГРП (или 2 %) (рисунок 1).

Практически весь разбуренный фонд скважин охвачен методом ГРП. На объекте БС₁₁ за счет ГРП на эксплуатационном фонде скважин дополнительно добыто 245,8 тыс. т нефти, что в пересчете на одну скважино-операцию

составляет 5,0 тыс. т, при переводе с другого объекта эксплуатации дополнительно добыто 41,7 тыс. т нефти или 6,9 тыс. т/скв. и за счет приобщения с ГРП с последующим спуском установки ОРЭ — 95,9 тыс. т нефти или 6,9 тыс. т/скв. Дополнительная добыча нефти за счет ГРП составляет всего 4 % от общего объема накопленной добычи по объекту за всю историю. По скважинам из бурения после ГРП добыто 8963,0 тыс. т нефти или 36,9 тыс. т на одну скважино-операцию, в том числе:

- на ННС из бурения — 8706,6 тыс. т или 38,5 тыс. т/скв.;
- при БВС — 217,4 тыс. т или 18,1 тыс. т/скв.;
- при БВГС — 2,1 тыс. т;
- на ГС из бурения — 36,9 тыс. т или 9,2 тыс. т/скв.

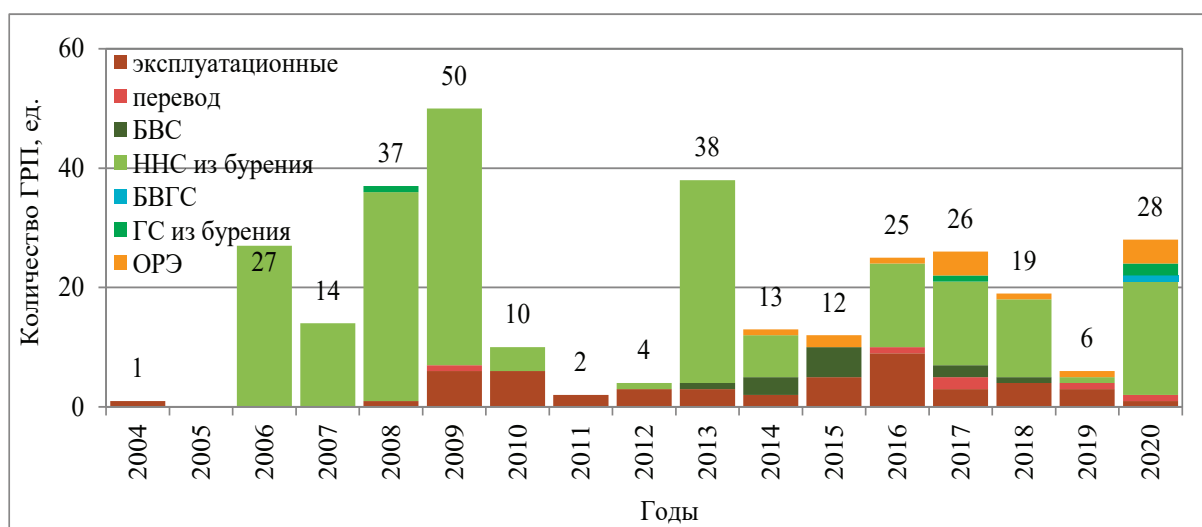


Рис. 1. Распределение объемов ГРП по годам по категориям скважин

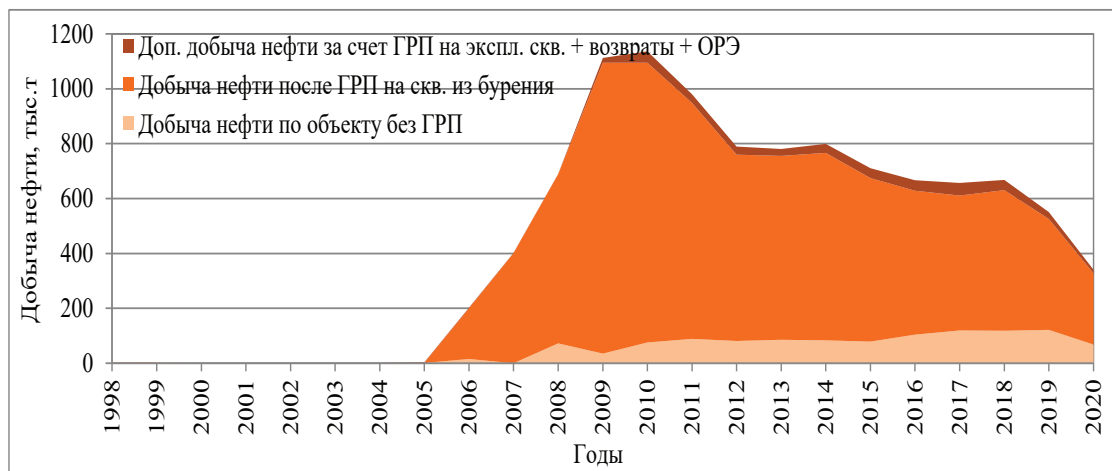


Рис. 2. Динамика изменения добычи нефти по годам

Доля добычи нефти после ГРП при вводе из бурения составила 85 % (рисунок 2).

Объект БС₁₁ имеет сложное клиноформенное строение, (невыдержан по разрезу и простираю, высокая степень неоднородности), характеризуется низкими фильтрационно-емкостными свойствами.

На объект БС₁₁ по состоянию на 01.01.2021 на эксплуатационном фонде выполнено 49 операций ГРП, в том числе один ГРП в скважине, работающей совместно по объекту БС₁₁ и объекту БС₁₀²⁺³. За межпроектный период проведено 11 ГРП.

В начальном периоде на эксплуатационном фонде в условиях наименьшей обводненности получена наибольшая эффективность по нефти, при этом применяли меньшую массу проппанта [1]. В дальнейшем на фоне увеличения объемов ГРП прослеживается наращивание массы проппанта, но с годами эффективность по нефти после ГРП снижается, что обусловлено выработкой запасов и обводнением скважин, а также увеличением числа повторных обработок [2].

Двухстадийный ГРП в 2016 г. показал хорошую эффективность, поэтому в дальнейшем продолжили проведение ГРП по данной технологии (как по отдельности, так и совместно с селективным ГРП).

На фоне этого, с целью повышения эффективности обработок внедряют адаптированные технологии ГРП направленные на ограничение обводненности (селективный ГРП и селективный ГРП в комбинации с другими подходами и технологиями), технологии направленные на повышение проводимости трещины (азотно-пенные ГРП) и технологии направленные на увеличение охвата пласта (БГРП, двухстадийный ГРП, поинтервальный ГРП), благодаря чему в текущих условиях удалось сохранить эффективность операций ГРП (рисунок 3).

На объекте БС₁₁ повторные ГРП начали выполнять с 2008 г. За всю историю применения ГРП на объекте выполнено 45 повторных обработок на 40 скважинах. За межпроектный период выполнено 10 повторных ГРП (из них 9 операций — вторые на скважине и 1 операция — третья на скважине. Преимущественно все операций яв-

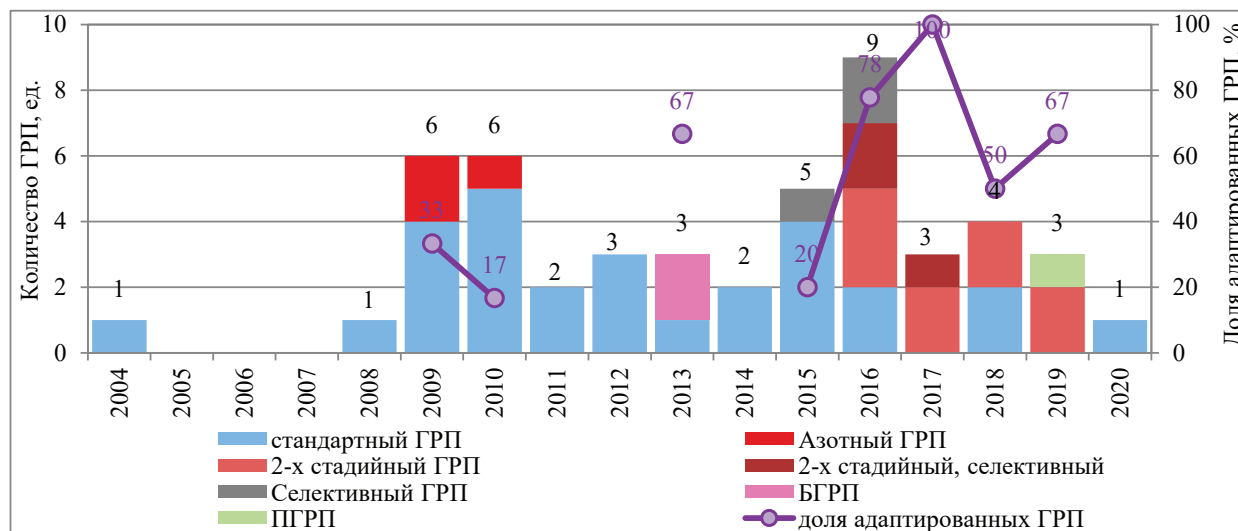


Рис. 3. Распределение объемов ГРП на эксплуатационном фонде по адаптированным технологиям

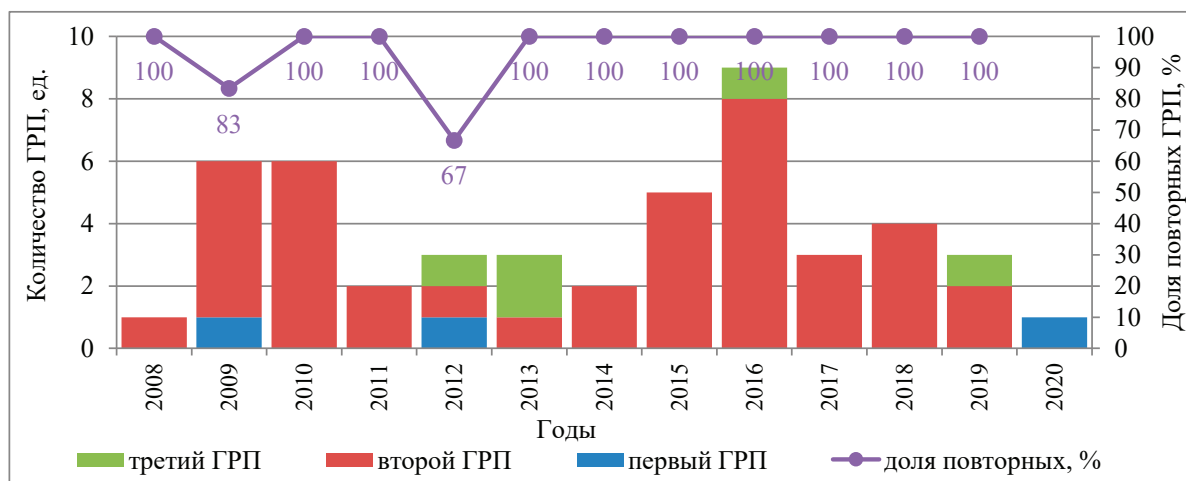


Рис. 4. Распределение объемов повторных ГРП по годам на эксплуатационном фонде

ляются повторными в скважинах (рисунок 4). При выполнении первых и вторых ГРП интервал воздействия полностью или частично совпадал с предшествующим, следовательно, ФЕС пласта близки.

С каждой последующей операцией происходит увеличение массы проппанта, но несмотря на наращивание массы проппанта, с кратностью ГРП наблюдается снижение эффективности по жидкости и по нефти. Также отметим, что проведение каждого последующего ГРП происходит в условиях более высокой обводненности и с большими накопленными показателями по жидкости на момент обработки [3].

По состоянию на 01.01.2021 в добычу на объект БС₁₁ запущено 6 скважин при переводе с другого объекта. В процессе ГРП в пласт закачено в среднем 40,4 т проппанта, максимальная концентрация проппанта в среднем составила 1017 кг/м³, темп закачки жидкости разрыва — 3,0 м³/мин. После ГРП скважины запущены в работу со сред-

ними дебитами жидкости 63,8 и 9,4 т/сут соответственно, с обводненностью — 85,3 %. Среднегодовой прирост дебитов жидкости и нефти составил 57,0 и 8,5 т/сут соответственно. Добыча нефти за счет ГРП при переводе с другого объекта составила 41,7 тыс. т или 6,9 тыс. т/скв

По состоянию на 01.01.2021 при освоении из бурения выполнено 243 операции ГРП, после которых скважины запущены в добычу. Основной объем операций (93 %) выполнен на ННС — 226 ГРП, 5 % обработок (или 12 ГРП) — на БВС, на ГС из бурения проведено 2 % операций (или 4 ГРП) и менее 1 % операций приходится — на БВГС (или 1 ГРП) За межпроектный период проведено 54 ГРП на скважинах из бурения.

В целом учитывая опыт применения адаптированных технологий ГРП на объекте БС₁₁, характеризующимся низкими ФЕС, наилучшую эффективность показали селективные обработки и двухстадийный ГРП.

Литература:

1. Гнездов, А. В. Краткий анализ технологий и результатов гидроразрыва пласта / А. Б. Гнездов, Р. Ф. Ильгильдин // Нефтепромысловое дело. — 2020. — № 11. — С. 78–80.
2. Лавров, Г. О. Технология проведения гидравлического разрыва пласта с использованием нового материала «Нитинол» [Текст] / Г. О. Лавров; науч. рук. А. Е. Верисокин // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых: материалы конференции. — 2021. — Т. 1. — С. 305–309.
3. Сидоров, И. В. Анализ технологий по закреплению проппанта в трещинах гидравлического разрыва пласта [Текст] / И. В. Сидоров, Р. Р. Сабитов // Территория Нефтегаз. — 2010. — № 4. — С. 56–59.

Исследование и обоснование применения гидравлического разрыва пласта для повышения нефтеотдачи в условиях низкопроницаемых коллекторов на примере Тевлинско-Русскинского месторождения

Аль-Баша Абдулрахман Саддам Хамед Аль-Хаж, студент магистратуры

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

За последние десятилетия прогресс в сфере нефтедобычи существенно усовершенствовал технологические процессы, что способствовало росту эффективности извлечения углеводородов из пластов с низкой проницаемостью. Одним из наиболее востребованных и результативных методов повышения нефтеотдачи в подобных условиях считается гидравлический разрыв пласта (ГРП). Данная технология обеспечивает значительное повышение продуктивности скважин за счёт создания и расширения трещин в породе, что улучшает фильтрационные характеристики коллектора и увеличивает зону дренирования.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, ГРП, низкопроницаемые коллекторы, пласт, объект, проницаемость.

Разработка месторождений с низкопроницаемыми коллекторами, включая Тевлинско-Русскинское месторождение, представляет собой сложную задачу из-за ограниченной способности пород пропускать нефть и газ. В таких условиях гидравлический разрыв пласта (ГРП) становится одним из наиболее значимых методов повышения нефтеотдачи и рациональной эксплуатации залежей.

Тевлинско-Русскинское месторождение имеет ключевое значение для анализа эффективности ГРП в сложных геологических условиях. Настоящее исследование направлено на изучение существующих методов данной технологии, их результативность в контексте специфики месторождения, а также разработку рекомендаций по оптимизации процессов. В ходе анализа будут исследованы различные параметры, влияющие на итоговую эффективность операций ГРП, проработаны способы улучшения коллекторских свойств и предложены методы усовершенствования процедуры разрыва.

В течение длительного времени крупнейшим месторождением, на котором отбирались кандидаты для применения ГРП в ТПП «Когалымнефтегаз», остаётся Тевлинско-Русскинское. Однако динамика разработки показывает постепенное ухудшение фонда скважин. На 1 января 2021 года уровень обводнённости в среднем достиг 92,1 %, а добыча от начальных извлекаемых запасов (категории АВ1) составила 74 %. Для объекта БС102+3 эти показатели составляют 95,9 % и 83,9 % соответственно. Учитывая активное применение ГРП, возрастает частота повторных операций: с 2017 по 2020 годы в 72 % скважин процедура проводилась неоднократно. В 55 % случаев выполнялся второй ГРП, в 14 % — третий, а в 3 % случаев — четвёртый.

В последние годы наблюдается тенденция к сокращению количества таких обработок, что объясняется высокой степенью выработки запасов, значительным обводнением скважин и увеличением доли повторных операций. При первичном проведении ГРП на Тевлинско-Русскинском месторождении целесообразно использовать стандартные технологии, если отсутствуют риски проникно-

вения трещин в водонасыщенные зоны. При последующих операциях следует подбирать методику индивидуально, с учётом геологического строения, режима работы скважины, истории гидродинамических мероприятий (ГТМ) и состояния запасов в зоне ранее созданных трещин [1].

Для участка БС₁₀²⁺³, где обводнённость значительна, а геологический разрез характеризуется высокой неоднородностью, наиболее перспективным вариантом является селективное проведение ГРП, включающее комбинированные технологии. Наибольшую эффективность продемонстрировал метод большеобъемного ГРП, при котором используется более 90 тонн проппанта, а нагрузка превышает 9 тонн на метр эффективной мощности пласта. Однако такая технология целесообразна только при отсутствии угрозы проникновения трещин в зону влияния скважин ППД, что делает её перспективной для дальнейшего внедрения в пределах месторождения.

В условиях пластов ачимовской толщи оптимальным вариантом считается технология MixFrac, включающая три стадии с использованием смешанных размеров проппанта. На первых двух этапах закачивается смесь частиц разных фракций (30/50, 20/40, 16/20), а на третьей — однородный проппант 16/20. Такая методика способствует созданию барьера из мелких частиц, который регулирует фильтрацию жидкости при финальной закачке, что повышает степень охвата верхней части пласта. Длительность технологического отстоя составляет 1 час и корректируется в зависимости от скорости осаждения проппанта и времени закрытия трещины. После ввода скважины в эксплуатацию, сформированный градиент проницаемости увеличивает приток нефти из кровли пласта [2].

Для наклонно-направленных скважин в зоне воздействия нагнетательных скважин ППД рекомендуется двухстадийный ГРП с применением проппанта в объёме 80 тонн и более, если отсутствует риск проникновения трещин в соседние объекты.

Горизонтальные скважины, оборудованные шаровыми компоновками для многостадийного гидроразрыва пласта

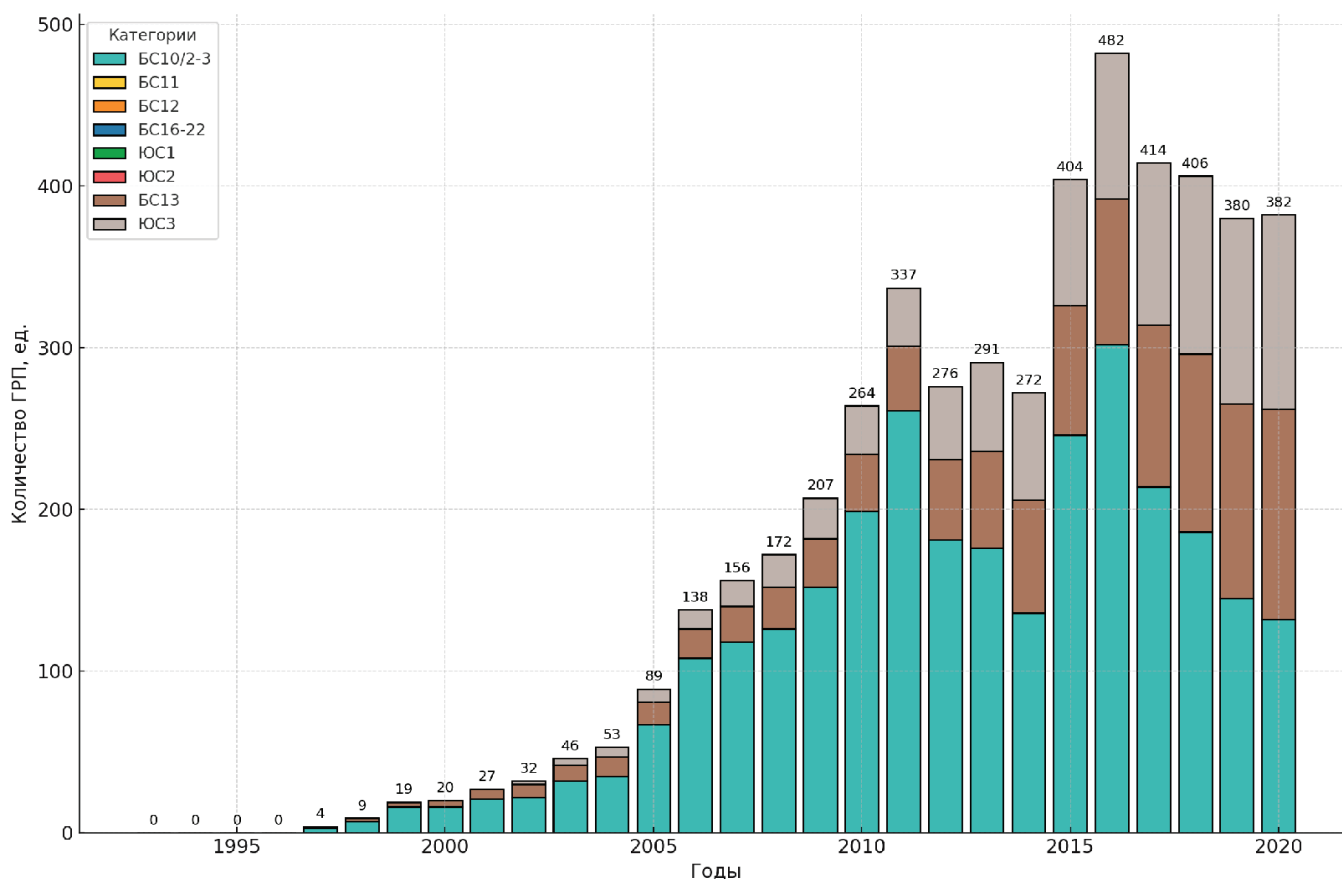


Рис. 1. Распределение объемов ГРП по годам по объекту воздействия

(МГРП), могут быть перспективными для тестирования технологии «слепого» повторного МГРП [3]. Данный метод основан на управлении напряжениями горных пород: после первой закачки жидкости и проппанта происходит замыкание образовавшейся трещины, создавая условия для инициации новой разрывной зоны с меньшими напряжениями. Это повышает эффективность разработки менее выработанных участков. Для реализации данной технологии требуется предварительное разбуривание шаровых компоновок с привлечением флота ГНКТ или бригад КРС в необходимых случаях.

Метод гидравлического разрыва пласта на Тевлинско-Русскинском месторождении начали применять в 1993 г. По состоянию на 01.01.2021 на месторождении выполнено 3396 ГРП на добывающем фонде, после которых скважины запущены в добычу (рисунок 1; рисунок 2).

По объектам разработки объем операций ГРП распределяется следующим образом:

- на объект БС₁₀²⁺³ выполнено 1841 ГРП (в т. ч. 1525 обработок — на эксплуатационном фонде, 57 ГРП — при переводе с другого объекта, 1 ГРП — при приобщении с ГРП и 19 ГРП — при приобщении с последующим спуском установки ОРЭ, 157 ГРП — на наклонно-направленных скважинах (ННС) из бурения, 30 ГРП — при бурении второго ствола с горизонтальным окончанием (БВГС), 45 ГРП — при бурении второго ствола (БВС) и 7 ГРП — на горизонтальных скважинах (ГС) из бурения);

- на объект БС₁₁ выполнено 312 ГРП (в т. ч. 49 обработок — на эксплуатационном фонде, 6 ГРП — при переводе с другого объекта, 14 ГРП — при приобщении с последующим спуском установки ОРЭ, 226 ГРП — на ННС из бурения, 12 ГРП — при БВС, 1 ГРП — при БВГС и 4 ГРП — на ГС из бурения);

- на объект БС₁₂ выполнено 371 ГРП (в т. ч. 193 ГРП — на эксплуатационном фонде, 34 ГРП — при переводе с другого объекта, 14 ГРП — при приобщении с последующим спуском установки ОРЭ, 105 ГРП — на ННС из бурения, 15 ГРП — при БВС, 6 ГРП — при БВГС и 4 ГРП — на ГС из бурения);

- на объект БС₁₆₋₂₂ выполнено 93 ГРП (в т. ч. 14 ГРП — на эксплуатационном фонде, 10 ГРП — при переводе с другого объекта, 2 ГРП — при приобщении с ГРП и 3 ГРП — при приобщении с последующей установкой ОРЭ, 41 ГРП — на ННС из бурения, по 2 ГРП — при БВС и БВГС и 19 ГРП — на ГС из бурения);

- на объект ЮС₁ выполнено 599 ГРП (в т. ч. 175 ГРП — на эксплуатационном фонде, 8 ГРП — при переводе с другого объекта, 1 ГРП — при приобщении с ГРП и 2 ГРП — при приобщении с последующей установкой ОРЭ, 298 ГРП — на ННС из бурения, 29 ГРП — при БВС, 12 ГРП — при БВГС и 74 ГРП — на ГС из бурения);

- на объект ЮС₂ выполнено 180 ГРП (в т. ч. 26 ГРП — на эксплуатационном фонде, 2 ГРП — при переводе с другого объекта, 1 ГРП — при приобщении с ГРП, 112 ГРП —

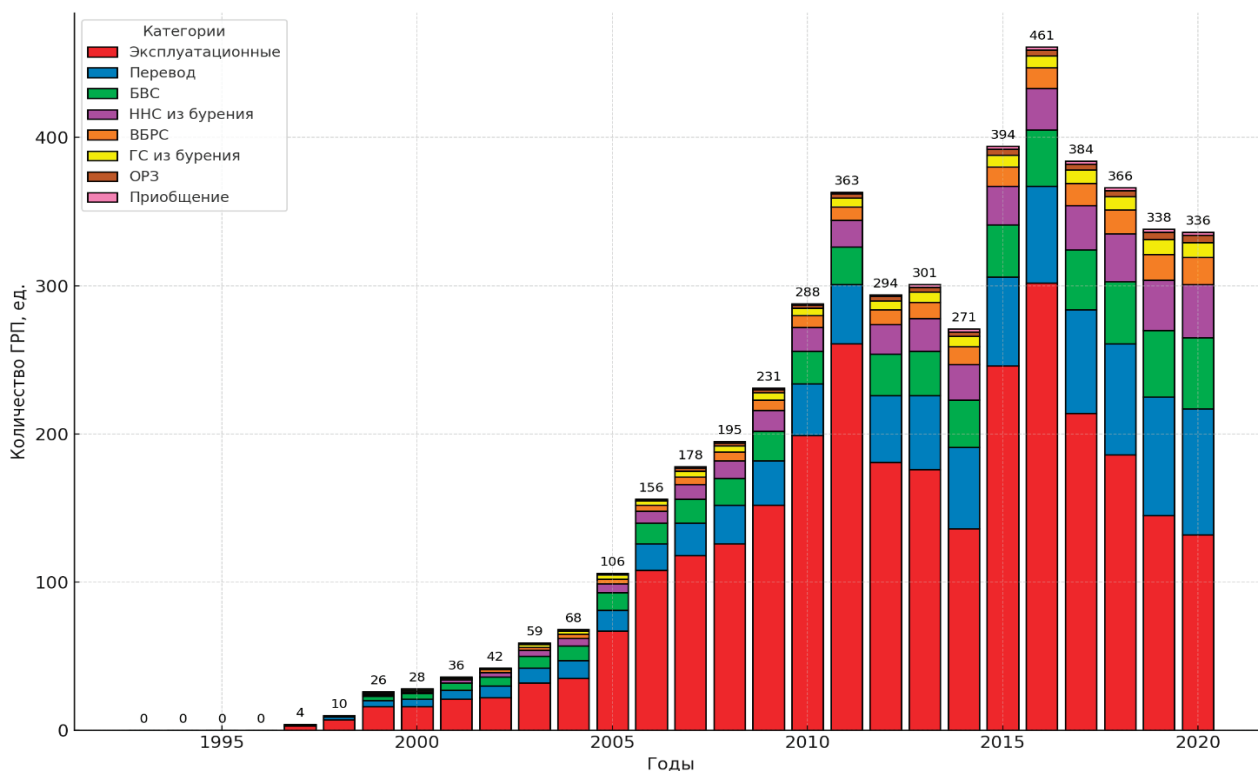


Рис. 2. Распределение объемов ГРП по годам по категориям скважин

на ННС из бурения, по 1 ГРП — при БВС и БВГС и 37 ГРП — на ГС из бурения).

Основным объектом воздействия на Тевлинско-Русском месторождении является объект $БС_{10}^{2+3}$ 54 % обработок (или 1841 ГРП) от общего числа операций,

18 % обработок (или 599 ГРП) выполнено на объект ЮС₁, на объект $БС_{12}$ приходится 11 % операций (или 371 ГРП), на объект $БС_{11-9}$ 9 % операций (или 312 ГРП), на объект ЮС₂ 5 % операций (или 180 ГРП) и 3 % (93 ГРП) на объект $БС_{16-22}$.

Литература:

- Ихсанова, Ф. А. Гидравлический разрыв пласта [Текст] / Ф. А. Ихсанова, И. И. Салимов, М. В. Тихонов, А. Р. Сунгатуллин, Ю. И. Резванов, Е. Р. Евсеев // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием. — 2019. — С. 92–95.
- Батыргареев, Р. М. Совершенствование технологии гидроразрыва пласта с применением сверхлёгкого пропантанта [Текст] / Р. М. Батыргареев // Проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами: сборник трудов конференции. — 2020. — С. 96–100.
- Миловзоров, А. Г. Технология и оборудование для проведения многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП) в горизонтальном стволе скважины [Текст] / А. Г. Миловзоров, А. В. Султанаев // Приоритеты стратегии научно-технологического развития России и обеспечение воспроизводства инновационного потенциала высшей школы: сборник трудов конференции. — 2019. — С. 100–103.

Анализ работы системы сбора и подготовки нефти, воды и газа на Южно-Приобском месторождении

Аль-Джави Хуссейн Ахмед Хуссейн, студент

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Промысловая подготовка нефти на объектах ДНС включает процессы отделения газа, воды и механических загрязнений. Наличие этих примесей может вызывать коррозию, ускоренный износ оборудования, а также снижение качества

нефти, предназначенной для транспортировки и переработки. Одним из важных факторов, влияющих на эффективность подготовки, является образование так называемого промежуточного слоя, в котором концентрируются стабилизированные эмульсии.

Ключевые слова: Южно-Приобское месторождение, ДНС, УПСВ, электродегидратор, УПОГ, подготовка нефти, модернизация.

На территории месторождения продолжает функционировать герметичная однотрубная система, предназначенная для сбора и подготовки скважинной продукции. Она включает в себя три дожимные насосные станции и обеспечивает полный технологический цикл от добычи до централизованного сбора. В рамках этого процесса осуществляется подготовка, транспортировка и учет нефти, сопутствующего газа и пластовой воды с момента выхода продукции из скважин и до поступления на центральный пункт сбора (ЦПС). Данная система обладает мощностью, соответствующей текущим объемам добычи, и имеет резерв для обеспечения бесперебойной работы при возможном увеличении объемов в будущем [1].

Дожимная насосная станция № 1 с установкой предварительного сброса воды (УПСВ), расположенная на Южно-Приобском месторождении, условно делится на две основные зоны — технологическую и вспомогательную. В первой сконцентрированы важные элементы производственного процесса: ступени сепарации первой, второй и третьей очереди, участки, предназначенные для отстаивания нефти, а также резервуарные блоки, где хранятся как нефть, так и пластовая вода. Здесь же расположены насосные установки, осуществляющие перекачку нефти и откачку воды, площадки с дренажными емкостями, системы контроля и управления, а также факельная установка. Во вторую зону входят объекты обеспечения и обслуживания, включая операторную. Между указанными зонами предусмотрена развитая сеть внутриплощадочных дорог и коммуникационных коридоров [2].

Проектная мощность ДНС-1 с УПСВ рассчитана на обработку до 27400 кубометров жидкости в сутки (10 млн м³ в год), до 8 290 тонн нефти в сутки (3 млн м³ в год) и до 4,1 млн м³ газа в сутки (1,5 млрд м³ в год). Согласно расчетам, в 2024 году на Южно-Приобском месторождении ожидается суточная добыча жидкости в объеме 29 000 м³ и нефти — около 8 700 тонн.

В качестве исходного сырья для ДНС-1 с УПСВ используется нефтяная эмульсия, поступающая с кустов скважин Южно-Приобского месторождения. Основными конечными продуктами переработки являются нефть с остаточным содержанием воды не более 5 %, а также пластовая вода, прошедшая подготовку и направляемая в систему поддержания пластового давления (ППД).

Газонасыщенная продукция, поступающая с эксплуатационных скважин под давлением на устье, по индивидуальным сборным коллекторам направляется к автоматизированным группам замера установки (АГЗУ). После прохождения этих установок она транспортируется далее по нефтесборным трубопроводам до объектов, где осуществляется первичная сепарация нефти. Нефтесборная инфраструктура Южно-Приобского месторождения представляет собой разветвленную трубопроводную систему, созданную из стальных труб диаметром от 114 до 530 мм и толщиной стенки не менее 6 мм. Начало строительства данной системы относится к 2001 году.

В ходе дальнейшей эксплуатации трубопроводы неоднократно модернизировались, что было обусловлено как необходимостью устранения коррозионных повреждений, так и требованиями программ, связанных с геолого-технологическими мероприятиями. На сегодняшний день совокупная длина всей нефтесборной сети составляет свыше 500 километров, при этом более 410 километров эксплуатируются уже более пяти лет.

Материалы и методы исследования

Установка предварительного отбора газа (УПОГ) выполняет важную функцию в технологической схеме подготовки продукции скважин, обеспечивая предварительное отделение попутного газа из газожидкостной смеси и стабилизацию потока перед подачей на первую ступень сепарации. Размещаясь на участке перед трубными фазоделителями КДФТ и основной сепарационной установкой, УПОГ способствует снижению колебаний давления в потоке, что напрямую влияет на уменьшение вибрационной нагрузки на технологические трубопроводы. Такая стабилизация режима способствует более ровной и надежной работе сепарационных аппаратов, а также увеличивает эффективность функционирования всей системы подготовки нефти.

Дополнительным эффектом работы установки является предварительное расслоение фаз в потоке, благодаря которому достигается улучшенное разделение газа и нефти ещё до подачи на основные сепараторы. Это, в свою очередь, позволяет повысить степень очистки продукции и снизить нагрузку на последующие этапы обработки. Конструктивно УПОГ включает в себя несколько функциональных элементов: входной трубопровод, фильтрующий узел, регулирующие и аварийные клапаны, а также систему дренажа. Совместная работа этих компонентов обеспечивает надежное выполнение задач по снижению пульсаций, улучшению фазового разделения и поддержанию стабильности потока на входе в установку подготовки нефти [3].

В составе установки предварительного отбора газа важную функцию выполняет входной трубопровод, через который газожидкостная смесь поступает в рабочую зону устройства (рисунок 1). Его диаметр подбирается таким образом, чтобы обеспечить равномерную и бесперебойную подачу продукции в установку, предотвращая гидравлические удары и резкие перепады давления. Одновременно с этим в систему включен фильтрующий элемент, предназначенный для удаления твердых механических примесей — таких как песок, ржавчина, окалина или загрязнённые включения. Эти компоненты могут нанести повреждения рабочим поверхностям оборудования или снизить его эксплуатационные характеристики. Эффективная фильтрация позволяет поддерживать надлежащее состояние установки, обеспечивая её устойчивую работу и предотвращая преждевременные отказы и остановки, вызванные загрязнением. Таким образом, входной трубопровод и фильтр работают в связке, формируя начальный барьер, защищающий технологическую линию от негативного воздействия агрессивной среды [4].

Работа устройства предварительного отбора газа реализуется через последовательную обработку потока продукции, поступающей от скважин. На первом этапе газожидкостная смесь подается через входной трубопровод в рабочую камеру, где начинается процесс очистки. Встроенный фильтрующий элемент задерживает механические примеси, такие как песок, окалина и другие твердые включения, предотвращая их попадание в последующее оборудование. После этого поток проходит через регулирующие клапаны, которые обеспечивают необходимую степень пропускной способности и стабилизируют расход газа.

В случае возникновения нештатной ситуации подача автоматически блокируется срабатыванием системы аварийного отсечения, обеспечивающей безопасность дальнейшей эксплуатации. Дополнительно предусмотрена система дренажа, отвечающая за удаление влаги и конденсата, накопившихся в процессе транспортировки газа [5].



Рис. 1. Схема УПОГ

В целях увеличения долговечности конструкции внутренняя поверхность корпуса устройства покрывается антикоррозионным составом, который эффективно защищает металл от агрессивного воздействия среды. Благодаря такому подходу срок службы установки может достигать 20–25 лет без значительных потерь эксплуатационных характеристик.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективность УПОГ подтверждается высоким уровнем очистки газа: до 99 % механических примесей устраняется до попадания потока в основные технологические блоки. Это значительно повышает безопасность системы и снижает риск отказов. Производительность дожимной насосной станции при работе с продукцией, содержащей до 75–85 % воды, отражена на рисунке 2, что наглядно демонстрирует устойчивость работы оборудования даже при высокой обводненности.

Количество газа, выделяющееся из каждой тонны нефти в аппарате, приведенное к нормальным условиям, может быть рассчитано по формуле:

$$G = \Gamma_T R [D_1 (1 + R) - 1], \quad (1)$$

где Γ_T — газонасыщенность пластовой нефти, м³/т, объем газа приведен к нормальным условиям; $\Gamma_T = 92$ м³/т.

R — объем газа приведен к нормальным условиям;

$$R = \frac{\lg \frac{p_1}{p_{S20}}}{\lg(10 p_{S20})}, \quad (2)$$

где p_{S20} — давление насыщения нефти при 20°C, МПа;

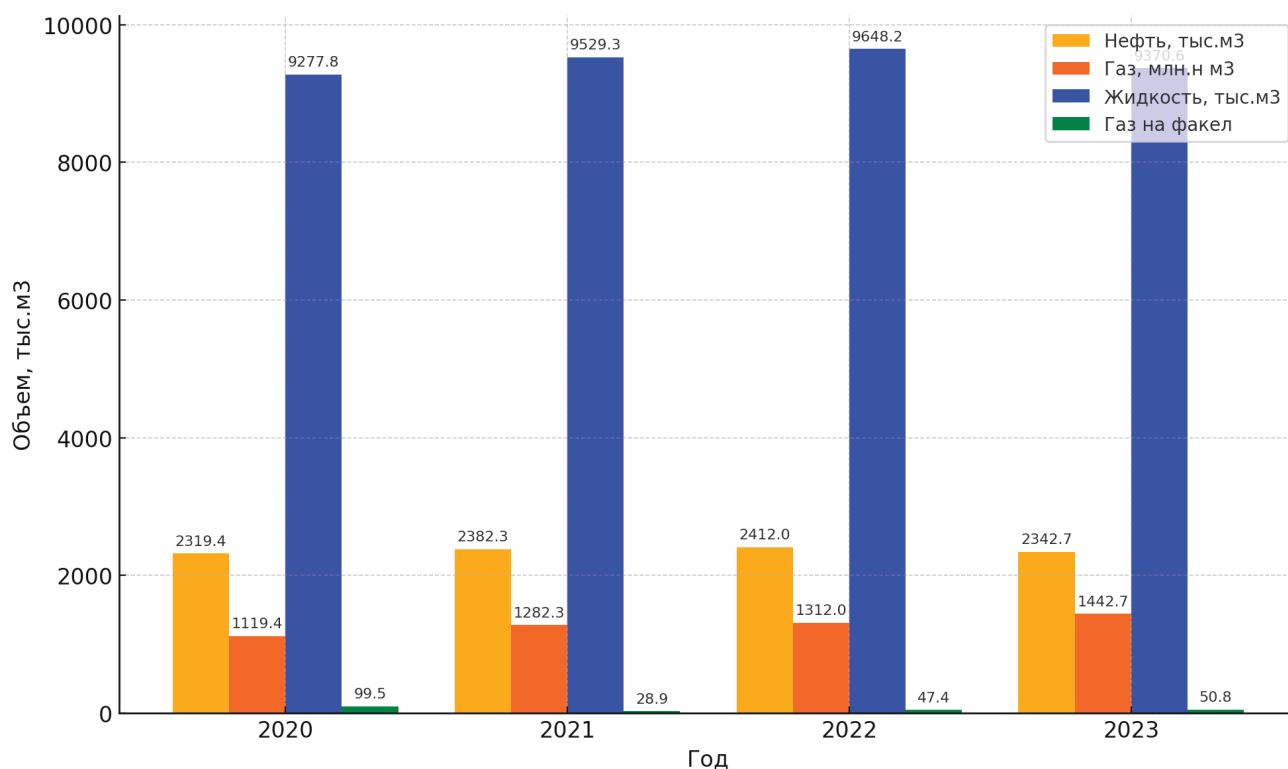


Рис. 2. Фактическая производительность ДНС за 2020 г. по 2023 г.

$$D_1 = 4.06(\bar{\rho}_n \bar{\rho}_e - 1.045), \quad (3)$$

$$\bar{\rho}_n = \rho_n / 1000, \quad (4)$$

где $\bar{\rho}_n$ — плотность дегазированной нефти при 20°C и атмосферном давлении, кг/м³;

$\bar{\rho}_e$ — относительная (по воздуху) плотность газа однократного разгазирования нефти.

Рассчитывают вспомогательные коэффициенты

$$R = \frac{\lg \frac{0.45}{11.4}}{\lg(10 \cdot 11.4)} = -0.68$$

$$\bar{\rho}_n = 870/1000 = 0.87,$$

$$\bar{\rho}_e = \frac{\rho_{eo}}{\rho_e} = \frac{1.32}{1.205} = 1.095$$

Зная вспомогательные коэффициенты, находят количество газа, выделяющееся из каждой тонны нефти при условиях в газонефтяном сепараторе

$$G = IT R [D_1 (1 + R) - 1] = 92 (-0.68) [(-0.37) (1 - 0.68) - 1] = 69.97 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Так как нагрузка по нефтяной эмульсии составляет 29000 м³/сут. то соответствующая нагрузка по газу составит:

$$Q_r = 250000 \cdot 832 \cdot 10^{-3} \cdot 69.97 = 14\,553\,760 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

На основании расчетных нагрузок по газу и жидкости для условий эксплуатации дожимной насосной станции № 1 Южно-Приобского месторождения целесообразно выбрать установку предварительного отбора газа модели УПОГ 700/16.

УПОГ обладает производительностью, полностью соответствующей требованиям: пропускная способность по жидкости, составляет до 30 000 м³ в сутки, а по газу — до 15 миллионов м³ в сутки. Рабочее давление установки — 2,5 МПа, что обеспечивает надежную работу в существующей трубопроводной системе без риска перегрузки оборудования. УПОГ 700/16 рассчитан на эксплуатацию в широком диапазоне температур окружающей среды — от минус 60 до плюс 50 °C, что делает его пригодным для применения в условиях сурового климата Западной Сибири. Такое решение позволяет обеспечить эффективное и стабильное предварительное разделение фаз перед подачей продукции в основные сепарационные блоки, а также соответствовать требованиям безопасности и производительности, предъявляемым к оборудованию данного класса [5].

Дополнительным преимуществом применения устройств предварительного отбора газа является их экологическая безопасность. Конструкция и принцип работы таких установок исключают выбросы вредных веществ в окружающую среду, что способствует соблюдению требований действующих нормативов в области промышленной и экологической безопасности. Это особенно актуально в условиях ужесточения требований к воздействию производственных объектов на окружающую среду и стремлении предприятий нефтегазовой отрасли минимизировать свой экологический след. Тем самым использование УПОГ не только повышает технологическую устойчивость системы, но и соответствует современным принципам ответственного природопользования [7].

Выводы

Для модернизации ДНС рекомендуется внедрение установки предварительного отбора газа, позволяющая стабилизировать поток за счёт частичного выделения газа на ранней стадии. Такое оборудование обеспечивает снижение скорости движения газожидкостной смеси и улучшение условий для её расслоения внутри аппарата. Газ, отделённый в верхней части УПОГ, уходит на утилизацию или переработку, в то время как нефть и вода поступают на дальнейшую сепарацию в более благоприятных условиях. Это улучшает работу сепараторов, способствует снижению износа оборудования и обеспечивает более равномерную загрузку всей системы.

Литература:

1. Ахметов, С. А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа. [Текст]: Учебное пособие / С. А. Ахметов, Т. П. Сериков, И. Р. Кузеев, М. И. Баязитов; под. ред. С. А. Ахметова. — СПб.: Недра, 2006. — 868 с.
2. Зарипов А. Г. Комплексная подготовка продукции нефтегазодобывающих скважин. Том 2 — М.: Издательство МГГУ, 1996. — 226 с.
3. Каспарьянц, К. С. Процессы и аппараты для объектов промысловой подготовки нефти и газа / К. С. Каспарьянц, В. И. Кузин, Я. Г. Григорян. — М.: Недра, 1977. — 254 с.
4. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учебник для вузов / Г. С. Лутошкин. — М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. — 319 с.
5. Петров А. А. Физико-химические основы процесса обезвоживания нефти и очистка сточных вод/ А. А. Петров, Г. Н. Позднышев. — Москва: Недра, 1971. — 197 с.
6. Силин М. А., Магадова Л. А., Толстых Л. И., Давлетшина Л. Ф., Цыганков В. А. Промысловая химия: учебное пособие.—М.: Российский Государственный университет нефти и газа. (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016. — 350 с.
7. Таранова, Л. В. Системный анализ процессов технологии и нефтигазопереработки [Текст] / Л. В. Таранова. — Тюмень: ТИУ, 2017. — 96 с.

Совершенствование методов предупреждения коррозии в системе сбора и подготовки нефти на Мамонтовском месторождении

Аль-Джави Хуссейн Ахмед Хуссейн, студент

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

Одной из важных технических задач, существенно влияющих на устойчивость и производственные показатели нефтедобывающих предприятий, включая Мамонтовское месторождение, является предотвращение коррозионного износа оборудования, задействованного в процессе сбора и подготовки нефти. Актуальность данного вопроса обусловлена высокой коррозионной активностью транспортируемых флюидов, а также возрастающими нагрузками на эксплуатационные системы.

Ключевые слова: Мамонтовское, коррозия, коррозионная агрессивность, скважина, трубопровод, защита.

Анализ эксплуатационного состояния системы трубопроводов, используемых для сбора продукции скважин, показал, что свыше 198 км их протяженности уже вышли за рамки нормативного срока службы. Из этого количества 155 км составляют нефтегазосборные

трубопроводы, 21 км — напорные нефтепроводы и 41 км — участки внешнего транспорта нефти.

Регламентная диагностика технического состояния трубопроводной инфраструктуры осуществляется с периодичностью раз в четыре года. Все данные по отказам

и результатам диагностических мероприятий систематически вносятся в рабочую документацию. Особое внимание уделяется обследованию наиболее критичных участков, в частности нефтегазосборных и напорных трубопроводов, которые играют важную роль в системе сбора продукции.

Основной причиной выхода трубопроводов из строя является коррозионное разрушение, возникающее не только вследствие агрессивности транспортируемой среды, но и из-за особенностей гидродинамики — в частности, расслоенного режима течения, при котором вода выделяется в свободную фазу и концентрируется у нижней стенки труб. Подобный режим усиливает накопление отложений (асфальтосмолопарафиновых веществ, солей, механических примесей и продуктов коррозии), что в перспективе может привести к превышению расчетного давления [1].

Для оценки эксплуатационных условий были проанализированы гидродинамические параметры работы кустов по состоянию на 1 января 2023 года. Установлено, что увеличение объема добываемой жидкости (на 1093 м³/сутки) связано с вводом в эксплуатацию восьми новых кустовых площадок. При равномерном распределении этот объем соответствует примерно 137 м³/сутки на один куст.

В условиях эксплуатации объектов на пластах ЮС₀₋₂ основным продуктом коррозионного взаимодействия при углекислотной коррозии (УКК) является карбонат железа (FeCO₃). Механизм повреждения включает последовательное образование защитной карбонатной пленки, которая со временем растрескивается и отслаивается. В местах разрушения защитного слоя вновь начинается коррозионное воздействие, приводящее к образованию новой пленки, повторяющейся цикл разрушения. Это способствует развитию язвенных очагов внутри уже существующих поражений, известному как мейза-коррозия. Такие локальные дефекты способны прогрессировать как в глубину, так и по поверхности, вызывая образование питтингов, ручейковой коррозии или слившихся зон поражения, охватывающих значительные участки металла. На внутренних поверхностях элементов обвязки скважин зафиксировано большое количество локализованных кавернозных повреждений [3].

Согласно эксплуатационной документации, трубопроводы нефтесборной системы преимущественно выполнены из углеродистых сталей марок 10 и 20 и не имеют внутреннего защитного покрытия. Общая протяженность промысловых трубопроводов составляет около 68 км.

По степени воздействия на оборудование нефтяные среды Мамонтовского месторождения, в зависимости от уровня обводненности и агрегатного состояния, классифицируются как слабо-, средне- или сильноагрессивные. Без применения ингибиторов коррозии допустимо транспортировать лишь эмульсии типа «вода в нефти» при обводненности менее 60 %, а также по тем участкам трубопроводов, где отсутствует расслоение и выпадение водной фазы.

Для оценки рисков образования водной фазы и изменения режима течения следует проводить гидравлические

расчёты с учётом профиля трассы. Для этих целей может использоваться программное обеспечение «ЭКСТРА 5» или его функциональные аналоги. Оценка коррозионной активности транспортируемых сред в системе трубопроводов рекомендуется посредством установки контрольных узлов с образцами-свидетелями (гравиметрический метод) или с использованием электрохимических датчиков (метод изменения электрического сопротивления). Средства мониторинга следует монтировать на концах защищаемых участков, а также в зонах с расслоенным режимом и/или возможным выпадением водной фазы, обеспечивая круглогодичный доступ к точкам контроля [4].

Материалы и методы исследования

Для обеспечения антикоррозионной защиты трубопроводной инфраструктуры на Мамонтовском месторождении применяется ряд ингибиторов коррозии, в том числе препараты Сонкор 9510, СНПХ 1004 и Кормастер 1035.

Согласно результатам опытно-промышленных испытаний, ингибитор Сонкор 9510 при дозировке 30 г/м³ обеспечивает эффективность защиты на уровне 93,4 %, что характеризуется как удовлетворительная степень защиты. Для сравнения, аналогичный показатель для ингибитора Азол 5010 составляет 76,9 %.

Важным условием эффективной работы системы ингибирования является правильное распределение точек ввода ингибитора по всей длине трубопроводной системы. Расстановка этих точек должна учитывать наличие критически уязвимых участков, требующих приоритетного внимания в рамках антикоррозионных мероприятий.

На рисунке 1 представлены возможные варианты размещения точек подачи ингибитора в систему промысловых трубопроводов.

Анализ схемы показывает, что предусмотрено 10 вариантов размещения, каждый из которых при использовании оптимального комплекса технологических решений способен обеспечить эффективную защиту всех компонентов нефтегазодобывающей инфраструктуры.

К числу пассивных методов антикоррозионной защиты трубопроводов относят применение изоляционных покрытий, повышающих переходное сопротивление в системе «труба–грунт», а также секционирование посредством установки изолирующих фланцевых соединений [2].

Для повышения надежности трубопроводов, задействованных в системе сбора и подготовки скважинной продукции на Мамонтовском месторождении, рекомендуется внедрение современных защитных покрытий. Их действие основано на принципе локальной защиты: в условиях, когда влажность и удельное сопротивление грунта изменяются вдоль трубопровода, покрытия обеспечивают максимальную защиту в наиболее уязвимых зонах. Как правило, это нижняя часть трубопровода, где наблюдаются минимальные значения сопротивления грунта, высокая влажность, интенсивная аэрация и повышенные температуры, что способствует ускоренному раз-

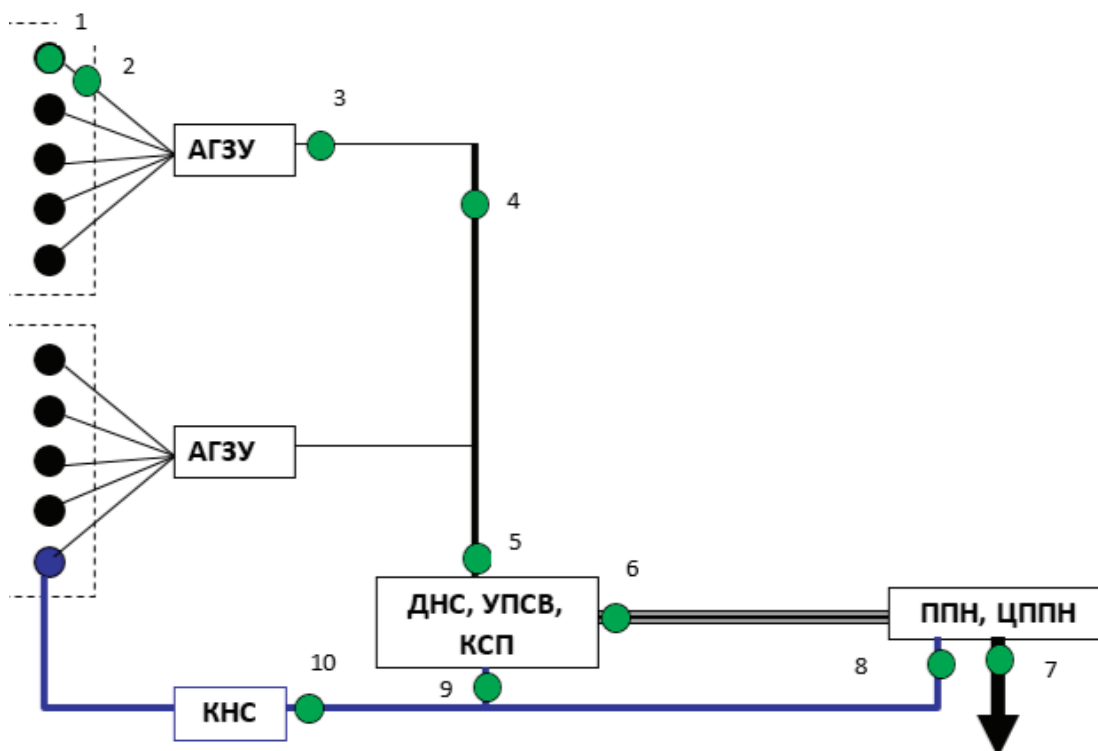


Рис. 1. Возможные точки ввода ингибитора в промышленные трубопроводные системы

витию коррозионных процессов. Использование эффективных покрытий в таких условиях значительно снижает риск разрушения металла и увеличивает срок службы трубопроводной системы.

Результаты исследования и их обсуждение

К числу основных недостатков ленточных покрытий можно отнести ограниченный температурный диапазон их применения — от -10 до +40 °С, а также недостаточную устойчивость к механическим воздействиям, включая низкую ударную прочность и слабую стойкость к продавливанию.

Практика показала, что, несмотря на высокий уровень механизации изоляционных работ в условиях прокладки трасс, применение ленточных покрытий не обеспечивает должного качества нанесения защитного слоя. Основ-

ными причинами этого являются метеозависимость процесса, отсутствие поэтапного технологического контроля, а также ограниченные защитные и механические свойства битумных и ленточных материалов [5].

В 2022 году специалистами компании ООО «БТ-СВАП» было разработано инновационное покрытие ЗУБ-Композит (рисунок 2), предназначенное для повышения уровня защиты труб и фасонных элементов от разнонаправленных механических нагрузок и агрессивных факторов внешней среды.

На сегодняшний день данное покрытие прошло апробацию в ряде проектов ПАО «Газпром» и продемонстрировало свою эффективность в реальных условиях. Так, при реализации проектов в сложных геологических условиях с использованием технологий ГНБ/ННБ, Direct Pipe и буровнекового бурения, «ЗУБ-Композит» показал высокую устойчивость к нагрузкам. Примером успешного



Рис. 2. Инновационное покрытие ЗУБ-Композит

применения служит проект АО «Белтрубопроводстрой» по строительству подводного перехода длиной 950 м в рамках проекта «Южный поток», где использовались трубы диаметром DN 1400 мм с защитным покрытием «ЗУБ-Композит».

Определение срока службы изоляции ведется по формуле

$$T = \frac{1}{a} \ln \left(\frac{R_{n.н.} - R_k}{R_{n.з.} - R_k} \right), \quad (1)$$

Долговечность изоляционных покрытий, применяемых на нефтепроводах, во многом определяется строгими требованиями к их качественным характеристикам. Теоретически, расчетный коэффициент деградации изоляции может приниматься равным $a = 0,105$ 1/год, что отражает оптимальные условия эксплуатации. Однако, как показали результаты практических наблюдений и исследований, более реалистичным и приближенным к реальным условиям эксплуатации значением является коэффициент $a = 0,125$ 1/год.

Проведённые расчёты показали, что увеличение начального значения переходного сопротивления изоляционного покрытия ($R_{п.н.}$) положительно сказывается на сроке его эксплуатации, подтверждая высокую степень долговечности материала. В частности, использование защитного покрытия «ЗУБ-Композит» демонстрирует не только улучшенные технические характеристики, но и значительную экономическую эффективность. Согласно расчетным данным, общие затраты на материалы и выполнение изоляционных работ при применении данного покрытия снижаются в 4–6 раз по сравнению с традиционными полимерно-битумными материалами (рисунок 3).

Экономическая эффективность использования защитного покрытия «ЗУБ-Композит» во многом обусловлена тем, что его применение исключает необходимость выполнения восстановительных работ по ремонту антикоррозионного слоя, повреждающегося в процессе транспортировки, перевалки, складирования и хранения труб [6]. Дополнительно отмечается сокращение объёмов вспомогательных операций и снижение материальных затрат, связанных с футеровкой трубопровода. Уменьшается также продолжительность работ по балластировке, что способствует ускорению строительных процессов и повышению общего качества выполнения мероприятий по защите трубопроводной системы от механических и коррозионных повреждений.

Выводы

Основной мерой защиты от коррозионного разрушения в системе сбора и подготовки скважинной продукции на Мамонтовском месторождении остаётся химическая защита, реализуемая путём использования ингибиторов коррозии. В частности, применяются препараты типа ДИН-2Д, обеспечивающие защиту нефтепромышленного оборудования от воздействия агрессивных сред.

Для повышения эксплуатационной надёжности трубопроводов и усиления антикоррозионной защиты дополнительно рекомендуется внедрение современных защитных покрытий. Расчёты остаточного ресурса показали, что наибольшей долговечностью обладает покрытие «ЗУБ-Композит», срок службы которого составляет до 47 лет.

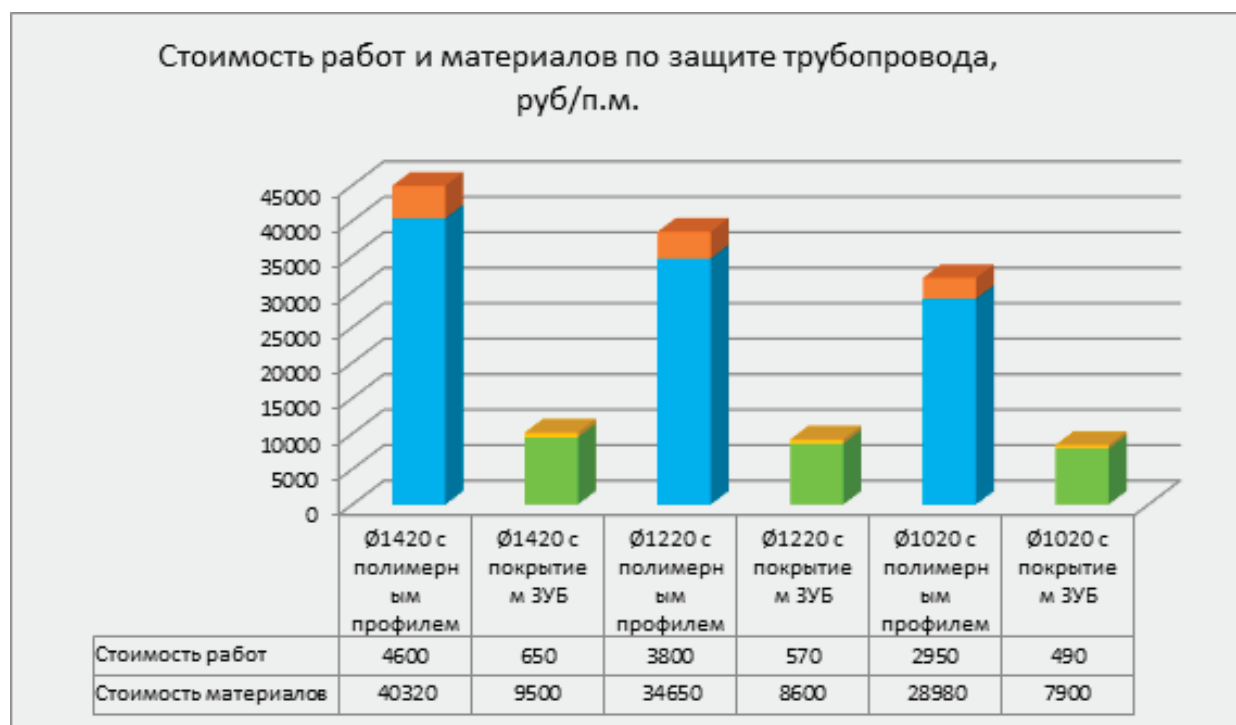


Рис. 3. Стоимость работ и материалов по защите нефтепровода

Литература:

1. Абдрахманова К. Н. Проблемы защиты от коррозии при эксплуатации трубопроводных систем и оборудования нефтегазовой отрасли / К. Н. Абдрахманова, И. А. Дягилев, Н. Х. Абдрахманов, Р. А. Шайбаков // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 3. — С. 39–46.
2. Бикмасов Р. Г., Резанов К. С. Нефтепроводы из композитных труб как решение проблемы коррозионного разрушения // Наука и образование сегодня. — 2021. — № 2 (61). — С. 34–36.
3. Дремичева Е. С., Зверева Э. Р. Изучение коррозионных процессов нефтяного оборудования // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. — 2018. — Т. 20, № 1–2. — С. 138–143.
4. Каландаров Н. О. Защита от коррозии оборудования первичной подготовки нефти // Молодой ученый. — 2016. — № 9. — С. 173–175.
5. Малыхина Л. В., Мутин И. И., Сахабутдинов К. Г. Опыт применения стеклопластиковых труб в ОАО «Татнефть» // Нефтяное хозяйство, № 4, 2009 г., С.99
6. Юдаш С. Г. Анализ причин отказов трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды / С. Г. Юдаш, В. А. Бишель, Р. Ф. Мамбетов, В. М. Кушнаренко, Р. Н. Узяков, Е. В. Ганин // Интеллект. Инновации. Инвестиции. — 2017. — № 2. — С. 70–77.

Современные процессы висбрекинга

Багдасарян Тигран Норикович, студент магистратуры

Научный руководитель: Козырев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет

Данная статья посвящена висбрекингу и его современным методам использования. Она будет интересна студентам, аспирантам технических учебных заведений и специалистам нефтеперерабатывающих предприятий, потому что в статье рассмотрены современные способы висбрекинга, которые могут быть рассмотрены для использования на производстве.

Ключевые слова: висбрекинг, тяжелые остатки, сырье, технология, механизм, процесс.

Висбрекинг — процесс переработки тяжелых остатков, который при относительной простоте технологического и аппаратного оформления позволяет получать дополнительные количества светлых нефтепродуктов и товарные котельные топлива без использования разбавителей. Переработка тяжелых нефтей или остатков качества, повышение спроса на дистиллятные продукты — актуальная задача для нефтеперерабатывающих заводов [1,2]. Включение висбрекинга в схему заводов уместно ввиду малых капитальных затрат по сравнению с аналогичными установками переработки тяжелых остатков [3]. В данной статье будут описаны современные процессы висбрекинга.

Процесс HSC. Процесс HSC-висбрекинг с выносной реакционной камерой с высокой степенью конверсии [4,5,6]. Процесс сопоставляется с обычным висбрекингом, работающим в режиме глубокого превращения сырья, с вакуумной колонной. Совместная разработка японских компаний Toyo Engineering и Mitsui Chemicals. Аналогичный вариант переработки гудронов был предложен ранее в 1981 году Грозненской школой [7].

Процесс в промышленном масштабе впервые реализован в 1988 году (нефтехимический комбинат г. Шведт, ГДР), эксплуатация установки подтвердила высокую эффективность процесса [7].

От обычного висбрекинга процесс HSC отличается более высокой степенью конверсии сырья, большей стабильностью остатка и меньшим содержанием непредельных в дистиллятах. Предназначен для переработки тяжелого сырья с высоким содержанием серы и металлов (тяжелая нефть, мазут, гудрон, остаток висбрекинга и др.).

Схема процесса включает печь, реакционную камеру и фракционирующую колонну. Однако для повышения степени превращения сырья используется камера особой конструкции. Процесс осуществляется следующим образом. В печи сырье нагревается до 440–460 °С, реакции крекинга в печи сводятся до минимума за счет поддержания высокой скорости подачи сырья и введения турбулизатора. Нагретое сырье поступает в верхнюю часть реакционной камеры, время пребывания в которой выбирается с учетом требуемой глубины конверсии. В низ камеры подается водяной пар, способствующий отпарке легких фракций. Жидкий поток в камере движется сверху вниз, последовательно проходя через ряд перфорированных тарелок. Пар, газ и легкие фракции движутся вверх и поступают во фракционирующую колонну. Остаток, выходящий с низа камеры, подвергается закалочному охлаждению до температуры 350 °С.

Жидкие продукты HSC после гидрооблагораживания использовались как компоненты моторных топлив или сырье каталитического крекинга.

Гидровисбрекинг. Механизм воздействия водорода в процессе гидровисбрекинга заключается в блокировании реакций поликонденсации ароматических и асфальтеновых радикалов. При этом обеспечивается также [8]:

- частичная гидрогенизация ненасыщенных соединений и связей, содержащих гетероатомы (связи C-N, C-S);
- частичная или полная гидрогенизация полициклических ароматических углеводородов.

В отсутствие водорода в условиях висбрекинга (проходящему по радикальному механизму) углеводородная система повторно уравнивается за счет передачи водорода более тяжелых молекул (смол, асфальтенов) легким ненасыщенным фракциям. Конденсация образующихся при этом тяжелых ненасыщенных молекул приводит к появлению в топливах осадков. Использование водорода блокирует поликонденсацию и благодаря этому позволяет достигнуть глубокой конверсии с получением стабильного остатка. Наличие каталитических добавок в присутствии водорода активизирует его действие [9, 10, 11].

Гидровисбрекинг основан на одном из свойств водорода- его растворимость в нефти увеличивается при повышении давления и температуры (табл. 1).

На сегодняшний день разработан целый ряд как каталитических, так и некаталитических гидрогенизационных процессов переработки тяжелых нефтяных остатков. К наиболее известным процессам гидровисбрекинга относятся:

- Феба-комби-крекинг и Феба-эль-ку-крекинг (компания “Феба-оль”, Германия) [12];
- Кэнмет (Министерство энергетики, Канада) [12];
- Лурги (Лурги, Германия).

Технологии Кэнмет и Феба включают жидкофазное гидрирование исходного сырья (в качестве сырья используются как правило вакуумные остатки) в реакторах с восходящим потоком.

Поскольку термический гидрокрекинг протекает без образования значительных количеств кокса только при давлении свыше 20 МПа, вышеуказанные процессы могут оказаться менее эффективными по сравнению с каталитическим (суспензированный катализатор одноразового использования) гидрокрекингом. Поэтому оба этих процесса разработаны как для варианта без катализатора, так и в присутствии дешевых катализаторов одноразового

действия (концентрации не более 1–3 % на сырье) [13]. Для Феба- комби — это сульфат железа на лигнине или бурого угольного кокс, для КЭНМЕТ- сульфат железа на буром угле. Использование таких катализаторов позволяет значительно снизить давление.

Совместное предприятие Французского института нефти (ФИИ) и французских фирм Эльф и Тоталь — ASVAHL разработало целый ряд процессов превращения нефтяных остатков [10]:

- TERVAHL T — висбрекинг без водорода;
- TERVAHL H — гидровисбрекинг;
- TERVAHL HC — каталитический гидровисбрекинг.

Схемы процессов TERVAHL включают печь подогрева, реакционную камеру и систему фракционирования. Наибольшей конверсией обладает процесс TERVAHL HC, причем продукты отличаются меньшим содержанием серы и олефиновых углеводородов. Дальнейшее увеличение конверсии ограничивается стабильностью крекинг-остатка.

Таким образом, процесс гидровисбрекинга является перспективным процессом облагораживания тяжелых нефтяных остатков, обеспечивающим высокий выход дистиллятных продуктов с пониженным содержанием олефиновых углеводородов и серы [12,14].

Донорно-сольвентные процессы. Разработан целый ряд процессов, так называемых донорно-сольвентных, основанных на переносе водорода донором растворителем [11]. Водород вовлекается не прямой подачей, а путем отщепления водорода от молекул нефтепродукта-донора без образования радикалов, склонных к полимеризации. Растворитель выполняет и донорную и растворяющую функции — в результате введения ароматики в реакционную смесь уменьшается опасность агломерации асфальтенов.

Технология во всех процессах практически одинакова. Сырье смешивается с растворителем- донором водорода, крекируется в печи. В условиях крекинга донор водорода дегидрируется, образуя водородные радикалы, которые вступают в реакции. Для обрыва реакций крекинга температуру выходящего потока сильно снижают. Продукт фракционируют с получением газа, бензина, газойля, содержащего донор водорода, и остатка. Затем донор водорода отгоняется, подвергается гидрированию и вновь вовлекается в процесс. В качестве донора водорода обычно используются фракции, выкипающие в пределах 200–500 °С нафтового происхождения или подвергнутые гидрогенизации [13]. Донорно-сольвентные процессы являются

Таблица 1. Основные показатели гидровисбрекинга

Процесс	Давление, МПа	Температура, °С	Конверсия, %	Расход, м³/т
КЭНМЕТ	7–24	450–470	60–90	90–175
Феба- кохмби- крекинг	20	430–470	75–90	160–230
Лурги	12–15	380–420	60–66	100
КЭНМЕТ (с катализатором)	10–15	470	85–90	180
Феба- комби- крекинг (с катализатором)	15–30	430–470	75–90	160–230

жидкофазными, которые проводятся при температурах до 500 °С, давлениях от 2 до 20 МПа, а продолжительность варьируется от 10 до 60 минут.

Наиболее известными донорно-сольвентными процессами являются:

– HDDV — донорный висбрекинг компании Exxon Mobil;

– DRB — донорная переработка битуминозных нефтей компании Gulf Canada;

– DSV — донорно-сольвентный висбрекинг компании Lurgi.

Однако все процессы разработаны в масштабе пилотных установок (их основные показатели приведены в табл. 2).

Таблица 2. Основные показатели донорно-сольвентных процессов

Процесс	Давление, МПа	Температура, °С	Степень превращения, %	Соотношение сырьё / донор
HDDV	2,5- 3,0	415- 480	31–35	не указано
DRB	3,5- 5,5	410–460	70	1–2
DSV	12–15	380- 420	70- 90	7

Процесс Акваконверсии. Новая технология гидровисбрекинга использует систему двойного катализатора для достижения максимальной глубины превращения, получения более стабильного остатка с минимальным содержанием асфальтенов и низким показателем коксуетости [7].

В 1996 г. фирмы UOP, FWUSA, Intever объединились в союз с целью разработки нового процесса акваконверсии фирмы Intever и внедрение его на рынке.

Механизм реакций акваконверсии заключается во введении в сырьё системы двойного катализатора, который в условиях висбрекинга преобразует воду в водород, а затем вставляет его (в критической точке) в цепь реакций образующих асфальтеновые структуры путем конденсации. Этот механизм с передачей водорода замедляет конденсацию и приводит к образованию более стабильного продукта, нежели при традиционном висбрекинге.

Действие первого заключается в ускорении распада воды на водород и кислород свободные радикалы.

Действие второго заключается в минимизации реакций конденсации путем поддержания присоединения водорода к ароматическому радикалу. Результатом является образование низкомолекулярных ароматических структур, CO₂ и свободные радикалы водорода.

Эта последовательность реакций эффективно завершает нежелательные реакции конденсации ароматических углеводородов и позволяет получить маловязкое котельное топливо и более стабильные продукты.

Технологическое оформление установки аналогично традиционному висбрекингу. Установка состоит из печи подогрева, реакционной камеры и блока фракционирования.

Снижение вязкости сказалось на уменьшении выхода котельного топлива на 20 % относительно висбрекинга. Сравнение глубины превращения, качества и стабильности продуктов, по результатам пробега показало, что процесс Акваконверсии:

- поддерживает присоединение водорода к продуктам;
- стабильность продуктов увеличивается;
- более жесткие условия ведения процесса не нарушают стабильность продуктов.

Закключение. Анализ методов интенсификации процесса висбрекинга, показывает, что уровень использования этих методов в нефтеперерабатывающей промышленности различен — от промышленного применения на конкретных установках в течение уже длительного времени до первоначальных лабораторных исследований. Наиболее широко используются практически все технологические методы. Тем не менее, наиболее хорошие перспективы для промышленного внедрения имеют методы, методы, в которых используются различные физические поля, обеспечивающие значительное повышение технико-экономических показателей процесса висбрекинга при минимальной реконструкции существующих установок.

Литература:

1. Вержичинская С. В. Химия и технология нефти и газа: учебное пособие. — 4-е изд., испр. и доп. / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицын — М.: ФОРУМ: Инфра-М, 2020. — 416 с.
2. Некаталитические технологии переработки нефтяных остатков и тяжелых нефтей / Э. Г. Теляшев, И. Р. Хайрудинов, Р. И. Хайрудинов, А. А. Тихонов // Химия и технология топлив и масел. — 2023. — № 2(636). — С. 3–9.
3. Гималетдинов, Р. Р. Особенности технологического оформления процесса висбрекинга / Р. Р. Гималетдинов, А. Ф. Ахметов, В. П. Запорин // Химическая промышленность сегодня. — 2022. — № 6. — С. 70–77.
4. Капустин, В. М. Химия и технология переработки нефти. / В. М. Капустин, М. Г. Рудин — М.: Химия, 2013. — 496 с.
5. Хайрудинов И. Р., Тихонов А. А., Таушев В. В., Теляшев Э. Г. Современное состояние и перспективы развития термических процессов переработки нефтяного сырья. Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2015. 328 с.
6. Ахмадова, Х. Х. Исследования процесса низкотемпературного висбрекинга утяжеленного сырья / Х. Х. Ахмадова, Х. М. Кадиев, А. М. Сыркин // Инновационные подходы и современная наука. — 2011. — № 5–1. — С. 62–66.

7. Абубакарова, З. Ш. Висбрекинг — основные этапы развития / З. Ш. Абубакарова // Известия Чеченского государственного педагогического университета Серия 2. Естественные и технические науки. — 2015. — Т. 2, № 2(10). — С. 17–20.
8. Таушев, В. В. Висбрекинг гудрона в среде водорода / В. В. Таушев, Э. Г. Теляшев, Е. В. Таушева // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. — 2013. — № 1. — С. 16–21.
9. Аджиномох Коллин Шаайб. Физико-химические методы активации компонентов тяжелого нефтяного сырья: специальность 02.00.13 «Нефтехимия», 02.00.04 «Физическая химия»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Аджиномох Коллин Шаайб. — Москва, 2005. — 206 с.
10. Развитие деструктивных процессов переработки нефтяных остатков в России и за рубежом / О. И. Шмелькова, Л. А. Гуляева, В. А. Хавкин [и др.] // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. — 2013. — № 9. — С. 15–19.
11. Низамова, Г. И. Закономерности кинетики жидкофазного термолиза гудронов и совершенствование технологии процесса висбрекинга: специальность 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Низамова Гульнара Ильдаровна. — Уфа, 2006. — 125 с.
12. Ахмадова, Х. Х. Становление и развитие отечественных систем термического крекинга: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ахмадова Хава Хамидовна, 2014. — 457 с.
13. Современные методы интенсификации процесса висбрекинга и их классификация / Г. В. Тараканов, А. Ф. Нурахмедова, И. В. Савенкова, А. Р. Рамазанова // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2016. — № 2(62). — С. 38–46.
14. Ахмадова, Х. Х. Становление и развитие процесса висбрекинга тяжелого углеводородного сырья: специальность 02.00.13 «Нефтехимия», 07.00.10 «История науки и техники»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ахмадова Хава Хамидовна. — Уфа, 2008. — 209 с.

Влияние сапропеля на кристаллическую структуру гипсового камня

Евланов Илья Николаевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Летенко Дмитрий Георгиевич, кандидат физико-математических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Исследование посвящено изучению влияния сапропеля на кристаллическую структуру гипса методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), термогравиметрического анализа (ТГА), рентгенофазового анализа (РФА) и ИК-спектроскопии. Установлено, что добавление сапропеля в концентрациях 500 мг и 50 г приводит к уменьшению среднего размера кристаллов гипса до 1000 %, что коррелирует с повышением плотности упаковки материала. Термогравиметрический анализ выявил увеличение массопотерь на 50 % при нагреве, обусловленное удержанием адсорбированной влаги в пористой структуре сапропеля. Данные ИК-спектроскопии подтвердили формирование водородных связей между сульфатными группами гипса и функциональными группами сапропеля, а также перераспределение воды между кристаллической фазой и мезопорами добавки. Результаты демонстрируют сохранение базовой моноклинной сингонии гипса при модификации его гидратационных и термических свойств, что расширяет возможности применения материала в строительных композитах.

Ключевые слова: гипс, сапропель, кристаллизация, термогравиметрия, ИК-спектр.

Актуальность исследования связана с необходимостью управления кристаллизацией гипса для создания материалов с заданными свойствами. Сапропель, богатый гуминовыми кислотами и микроэлементами, способен влиять на морфологию кристаллов гипса, что определяет его макроскопические характеристики [1, с. 87].

Целью работы является анализ изменений кристаллической структуры гипса при введении сапропеля в дозировках по массе водной суспензии от 5 мг до 250 г методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), термогравиметрии (ТГА) и рентгенофазового анализа (РФА). Ожи-

дается, что добавка сапропеля приведет к формированию мелкодисперсных кристаллов с повышенной плотностью упаковки, что подтверждается данными [2, с. 90].

Методы исследования включали СЭМ (Tescan VEGA3 (Oxford Instruments)), ТГА (дериватограф с дифференциальным сканирующим калориметром LINSEIS DSC PT 1000), РФА (дифрактометр D2 Phaser (Bruker)) и ИК-спектроскопия (ИК-фурье-спектрометр «ИнфРАЛЮМ ФТ-08»). Работа расширяет знания о механизмах взаимодействия сапропеля с гипсовой матрицей, что важно для проектирования композитов нового поколения.

В рамках эксперимента были подготовлены семь серий образцов, включая контрольную группу без включения органического осадка. Основной акцент сделан на изучении прочностных характеристик при сжатии и изгибе согласно ГОСТ 23789–2018, регламентирующего методы испытаний гипсовых вяжущих. Подобранные составы представлены в таблице 1.

В рамках работы выбран Г-5 А II — гипсовое вяжущее марки Г-5, быстротвердеющее, среднего помола в соответствии с ГОСТ 125–2018 «Вяжущие гипсовые. Технические условия». Производителем выступает ООО «Пешеланский гипсовый завод», Нижегородская область. Выбору материала в качестве базового поспособствовали его высокая химическая чистота и стабильность параметров, что особенно важно при исследовании микроструктуры камня.

Сапропель — осадочные отложения пресноводных водоёмов, богатые органическими веществами и минеральными компонентами, такими как диатомовые водоросли [3, 4]. По составу используемый сапропель — на 100 % органическое вещество, зольность отсутствует. В ходе исследования использовалась водно-сапропелевая суспензия, содержание сапропеля 5,66 %.

По результатам определения элементарного состава исследуемые образцы сапропеля состоят из следующих химических элементов: C, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Fe, Mn.

По процентному соотношению элементов (по массе): максимальное содержание отмечено у элемента калия — до 48 % (минимальное в точке 15 %), кремний и фосфор содержатся в количестве до 15 %. Содержание остальных элементов не превышает 5 %. При анализе не принималось во внимание содержание кислорода и углерода.

Минералогический состав: лейцит ($K(AlSi_2O_6)$), титанит ($Ca,TiSiO_5$), анортит ($Ca(Al_2Si_2O_8)$), диопсид ($Ca,Mg(Si_2O_6)$).

Следует отметить, что анализ образцов проводился в возрасте гипсового камня 14 суток, в связи с чем структура камня формировалась дольше, чем при стандартных испытаниях в возрасте 2 часов по ГОСТ 23789–2018.

На рисунке 1 представлены снимки микроструктуры гипсового камня, полученные с электронного микроскопа Tescan VEGA3 при увеличении 3000 для каждого из подобранных составов.

Морфологический анализ выявил гетерогенное распределение кристаллов гипса, характеризующееся наличием полимодальной гранулометрии — сочетанием макро- и микрокристаллических фракций. Преобладание изометричных (сферолитных) форм кристаллических агломератов свидетельствует об ингибировании анизотропного роста граней под воздействием экзогенных факторов. Трансформация морфологии кристаллов в сторону уменьшения среднего размера (от 10 до 1 нм) и увеличения сферичности (индекс округлости $\geq 0,85$) коррелирует с адсорбцией поверхностно-активных компонентов добавки на зародышевых центрах, ограничивающей ориентационный рост.

На рисунке 2 приведена дифрактограмма двух контрольных образцов (1 состав) и с добавкой сапропеля 250 г (7 состав), полученная на порошковом дифрактометре D2 Phaser (Bruker). Кристаллическая решетка гипса, обладающая моносимметричной моноклинной сингонией [5, с. 25], формирует характерные рефлексы при рентгеновском анализе. Положение пиков на дифрактограмме (2Theta) определяется межплоскостными расстояниями, а их интенсивность (Counts) отражает упорядоченность структуры. В исследовании сравнивали контрольный образец («kontrol», «Sapropel 0») и гипс с добавкой суспензии сапропеля 250 г («Sapropel 250»). Измерения проводились на дифрактометре D2 Phaser (Bruker) ($WL=1,78897 \text{ \AA}$, режим TwoTheta/Theta).

Интенсивность сигнала и угловые положения рефлексов для всех образцов совпали, что исключает изменение параметров решетки. Минимальные отклонения (до 50 ед.) соответствуют инструментальному шуму. Отсутствие новых пиков подтверждает, что сапропель не индуцирует образование дополнительных фаз [6, с. 31–33].

Введение сапропеля не спровоцировало появления дополнительных пиков, что свидетельствует об отсутствии новых кристаллических фаз или изменения симметрии исходной решетки. Стабильность структуры гипса обусловлена высокой энергией связей в его моноклинной сингонии, которая устойчива к внедрению посторонних компонентов [5, с. 25]. Даже при наличии органических включений сапропеля, способных теоретически создавать точечные дефекты, кристаллическая матрица сохранила свою целостность. Для выявления пороговых эффектов рекомендовано тестирование повышенных доз сапропеля.

Таблица 1. Составы для испытаний гипсовых изделий

Состав	Гипс, г	Сапропель, г	Вода, мл
Контрольный (1)	1000	0	500
5 мг (2)	1000	0,00025	500
50 мг (3)	1000	0,0025	500
500 мг (4)	1000	0,025	500
5 г (5)	1000	0,25	500
50 г (6)	1000	2,5	500
250 г (7)	1000	12,5	500

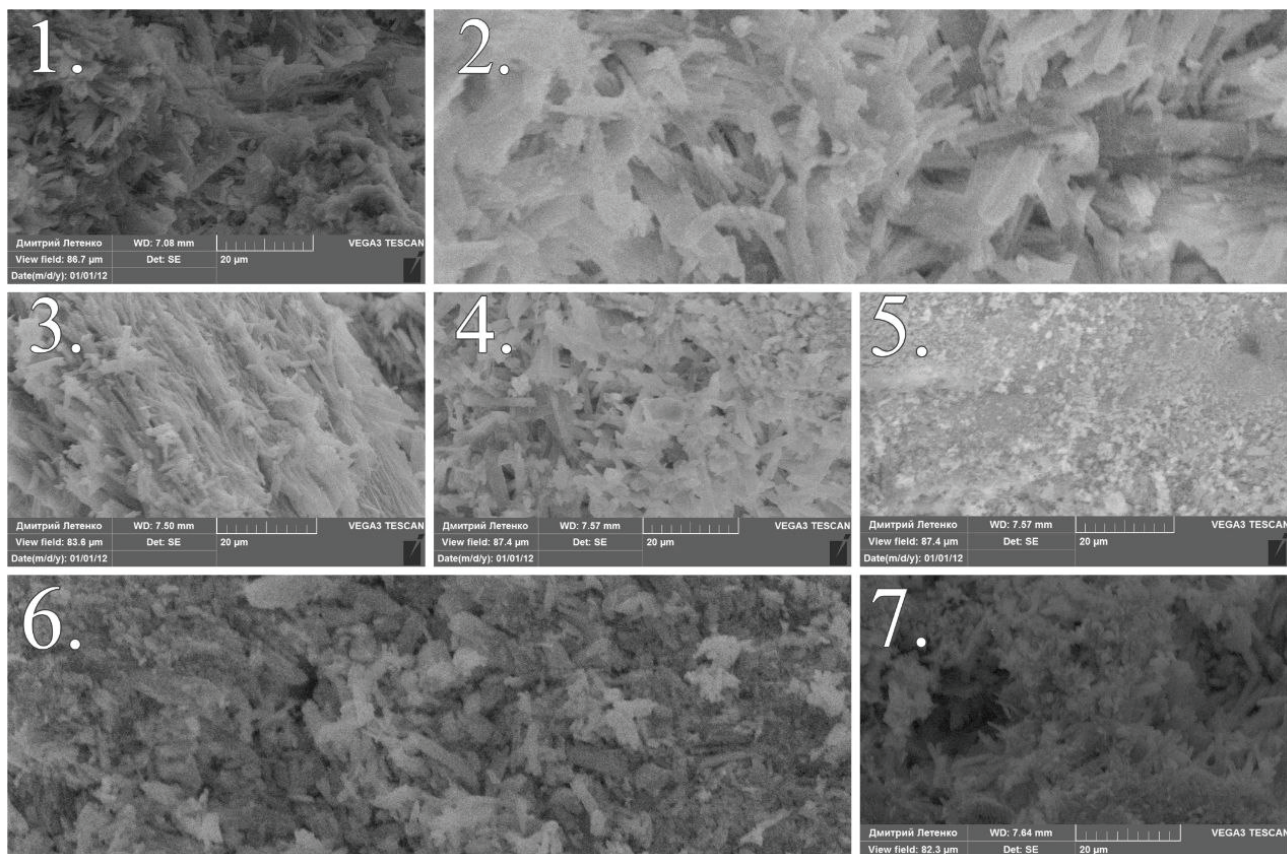


Рис. 1. Микроструктура гипсового камня для каждого из 7 подобранных составов

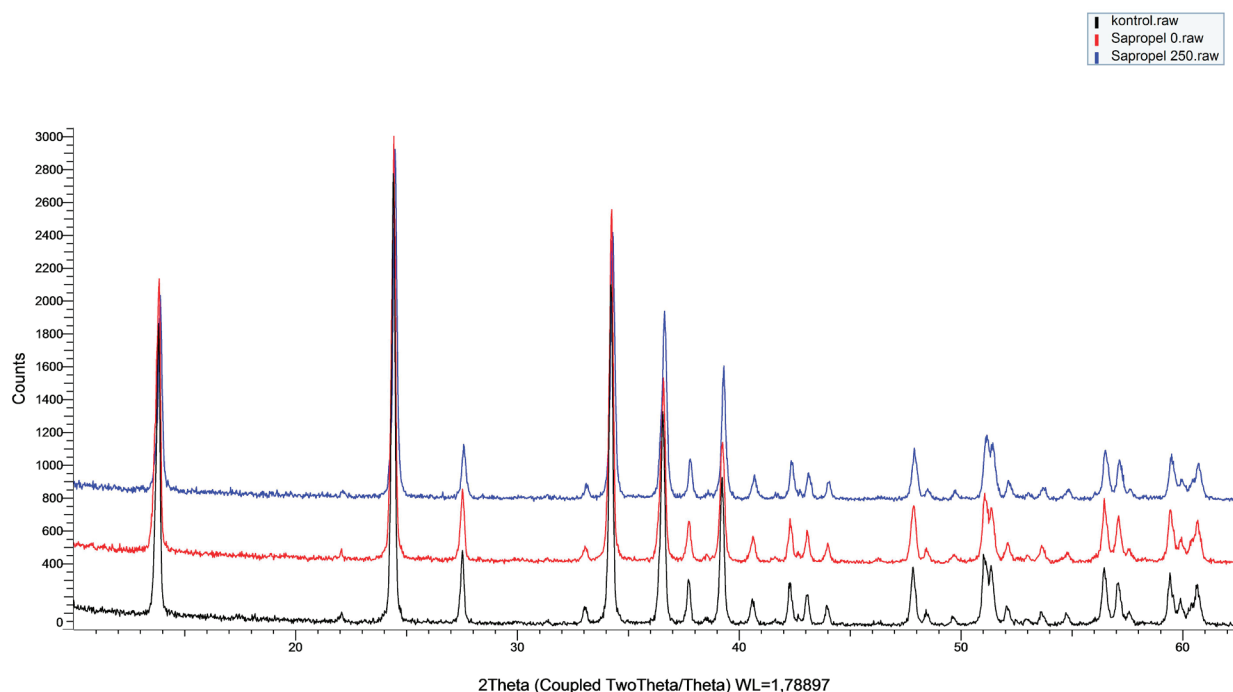


Рис. 2. Дифрактограмма двух контрольных образцов (1 состав) и с добавкой сапропеля 250 г (7 состав)

Экспериментальные исследования также выполнены на дериватографе с дифференциальным калориметром DSC PT 1000 в режиме дифференциального термического анализа с синхронной термогравиметрией. В ходе измерений сравнивались термодинамические параметры

двух систем: эталонного тигля с инертным оксидом алюминия (Al_2O_3) и тигля с исследуемым образцом. Фиксировались как массовые потери, так и температурные отклонения, вызванные эндо- и экзотермическими процессами. На представленном графике четко дифференцируются

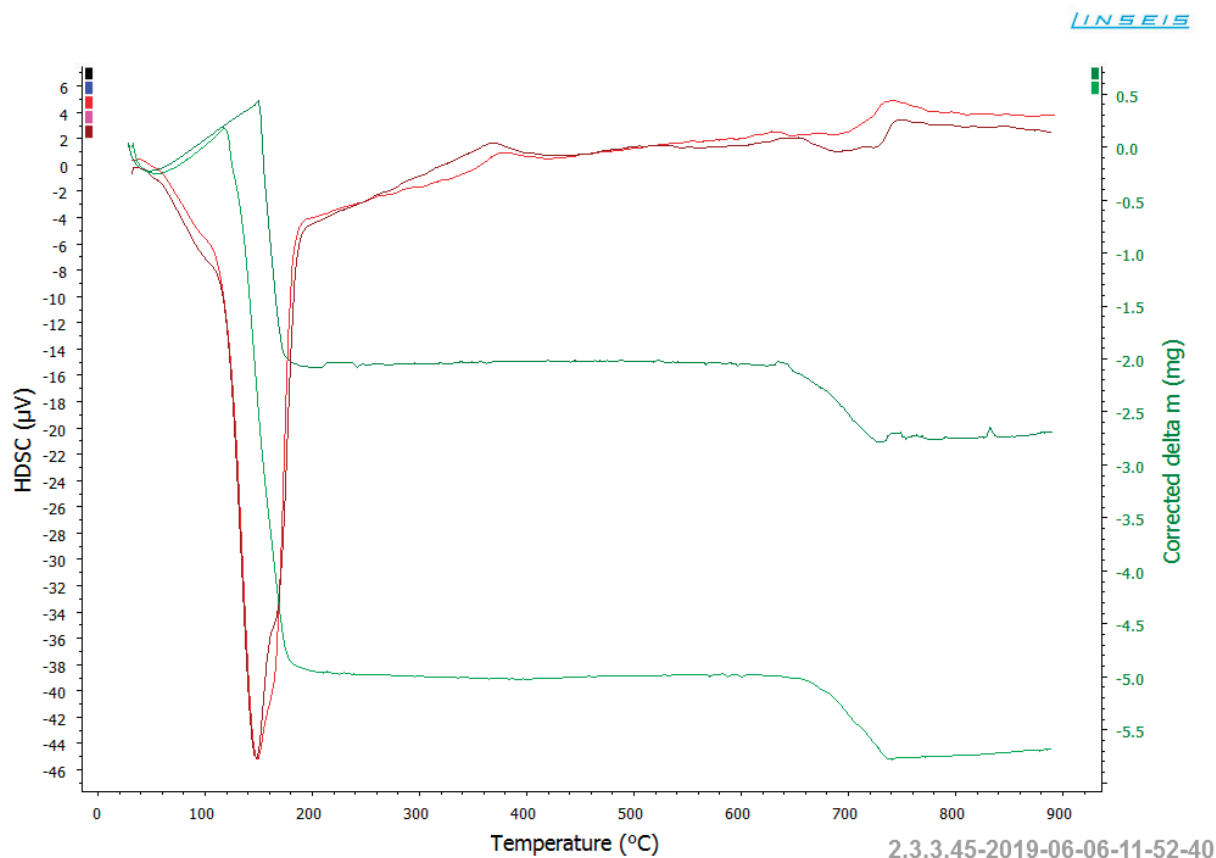


Рис. 3

данные для контрольного образца гипса (темно-красная и темно-зеленая кривые) и образца с добавкой сапропеля 250 г (светло-красная и светло-зеленая кривые).

Из графика видим, что введение сапропеля существенно влияет на термогравиметрический профиль. При нагреве выше 180°C массовые потери модифицированного образца достигают значений, вдвое превышающих контрольные показатели. Это прямо указывает на то, что сапропель выполняет роль сорбента, удерживающего дополнительную гигроскопическую и капиллярную влагу в структуре композита.

Обратим внимание на температурный диапазон 120–150°C, где наблюдается выраженный эндотермический пик, который согласуется с известными термогравиметрическими кривыми для строительного гипса [7, с. 320]. Данный эффект соответствует десорбции воды из гипсовой матрицы и образованию полугидрата сульфата кальция.

Следует отметить, что в интервале 150–200°C кривые массопотери и температурных отклонений для двух образцов расходятся. Для контрольного образца характерен монотонный спад массы, соответствующий дегидратации двухводного гипса с образованием полугидрата. В случае модифицированного образца наблюдается серия наложенных пиков, что объясняется суммарным вкладом двух процессов: термического разложения гипса с фазовым переходом в β -полугидрат сульфата кальция [1, с 34–36] и десорбции физически связанной воды из пористой структуры

сапропеля. Светло-зеленая кривая не имеет плато в области 160–180°C, это может свидетельствовать о наличии в системе термостабильных комплексов, образованных взаимодействием ионов Ca^{2+} с органическими функциональными группами сапропеля. Данные комплексы замедляют полную дегидратацию гипса, сдвигая финальную стадию разложения в сторону высоких температур.

Таким образом, результаты термоанализа позволяют сделать вывод о том, что сапропель повышает общую гигроскопичность системы за счет развития мезопористой структуры, модифицирует кинетику дегидратации гипса, вводя дополнительные энергетические барьеры для удаления воды, а также стабилизирует промежуточные фазы за счет сорбционных эффектов.

На рисунке 4 представлен график спектрального анализа, полученный на ИК-спектрометре «ИнфраЛЮМ ФТ-08».

ИК-спектры выявили различия между гипсом и образцом с сапропелем в зонах 9200 нм, 15000 нм и 16800 нм, что подтверждает влияние воды. Пик при 9200 нм может соответствовать деформации О-Н связей кристаллизационной воды гипса [8]. Его присутствие в модифицированном образце указывает на замещение части этой воды адсорбционной влагой, удерживаемой сапропелем. Также наблюдаются отклонения на длинах волны 15000 нм и 16800 нм, что отражает комбинационные колебания, вызванные взаимодействием воды с органическими компонентами сапропеля.



Рис. 4. График спектрального анализа образцов контрольного (1) и с сапропелем 250 г (7)

Таким образом, различия в спектрах обусловлены перераспределением воды и формированием водородных связей. Сапропель повышает гигроскопичность гипса, не нарушая его структуры. Образование новых химических соединений исключено, так как базовые рефлекс гипса сохраняются.

Для углубления понимания взаимодействия сапропеля с гипсом целесообразно изучить влияние повышенных

концентраций добавки (свыше 250 г) на фазовые переходы и механическую прочность композитов. Перспективным направлением является комбинирование сапропеля с наномодификаторами для усиления гигроскопичности и термостойкости, а также анализ долговременной стабильности материала в условиях переменной влажности. Важным этапом станет разработка технологий масштабирования синтеза для промышленного внедрения.

Литература:

1. Ферронская А. В. / Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) // М.: Издательство АСВ. 2004. 488 с.
2. Гордина А. Ф., Яковлев Г. И., Полянских И. С., Керене Я., Фишер Х.-Б., Рахимова Н. Р., Бурьянов А. Ф. / Гипсовые композиции с комплексными модификаторами структуры // Научно-технический и производственный журнал Строительные Материалы. 2016. Январь/февраль.
3. Хомич В. А., Кривонос О. И. / Сапропелевые модификаторы цементного вяжущего // Вестник СибАДИ. 2015. № 5 (45).
4. Зорин М. Г., Терёхин Г. А., Решетников В. И. / Адсорбционные свойства и антиоксическая активность сапропеля // Вятский медицинский вестник. 2007. № 4.
5. Жантасов К. Т., Зият А. Ж., Лавров Б. А., Жантасов М. К., Жантасов М. К. / Минералогический и химический состав фосфогипса — отхода производства экстракционной фосфорной кислоты // The scientific heritage. 2021. № 78.
6. Богдан Т. В. / Основы рентгеновской дифрактометрии. Учебно-методическое пособие к общему курсу «Кристаллохимия» // Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. Москва. 2012. 64 с.
7. Рамчандран В. С. / Применение дифференциального термического анализа в химии цементов // Москва Стройиздат. 1977. 203 с.
8. Щербакова Т. С., Френкель Е. Э. Природа водородных связей // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018000957> (дата обращения: 12.05.2025).

Оптимизация процессов производства микросхем с использованием искусственного интеллекта

Ерошко Ярослава Игоревна, студент;

Якимова Полина Михайловна, студент

Научный руководитель: Беляева Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Развитие систем искусственного интеллекта, алгоритмов машинного обучения и успешность методологий, основанных на данных, послужили стимулом к тому, что различные области электронного приборостроения начали активно использовать эти технологии для лучшей оптимизации, производительности и эффективности выпуска микросхем. В статье описаны возможности применения искусственного интеллекта в процессе проектирования чипов. Отдельное внимание уделено эволюции интеллектуальных систем и их поэтапной интеграции в производственные процессы. Также представлены конкретные примеры использования искусственного интеллекта в задачах выбора дизайна микросхем, обнаружения их дефектов и тестирования.

Ключевые слова: микросхема, дефект, производство, дизайн, модель.

Optimization of processes production of microchips using artificial intelligence

The development of artificial intelligence systems, machine learning algorithms and the success of data-driven methodologies have stimulated various areas of electronic engineering to make extensive use of these technologies, for better optimisation, performance and efficiency in chip fabrication. The paper describes the possibilities of using artificial intelligence in the circuit fabrication process. Special attention is paid to the evolution of intelligent systems and their step-by-step integration into manufacturing processes. Specific examples of the use of artificial intelligence in the tasks of chip design, defect detection and testing are also considered.

Keywords: microcircuit, defect, production, design, model.

Полупроводники используются во всех существующих на сегодняшний день электронных устройствах, что ставит проектирование микросхем в центр технологических инноваций. Под постоянным давлением необходимости разрабатывать более быстрые, дешевые и емкие микросхемы с использованием достижений Четвертой промышленной революции, производители вывели традиционное проектирование, выпуск и проверку микросхем на новый уровень.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) в электронных схемах и системах открывает широкие возможности, расширяя границы достижимого в современных вычислительных системах и технологиях. Это объединение породило динамичную и развивающуюся область, известную как схемы и системы с искусственным интеллектом Artificial Intelligence Circuits and Systems

(AICAS) [1]. Революционные достижения в AICAS стали краеугольным камнем для решения сложных задач, стоящих перед различными отраслями, и привели к трансформации восприятия и взаимодействия с широкой сферой микросхем. По прогнозам, в 2025 году объем рынка в этой отрасли составит около 617 млрд дол., и, согласно оценкам, он будет постоянно расти, достигнув к 2033 году рыночной стоимости около 1,14 трлн. дол. Это связано с постоянным совершенствованием уже существующих продуктов, а также с внедрением новых технологий, например, сетей 5G.

Над задачами разработки и тестирования микросхем с использованием приложений ИИ работают многие ключевые игроки ИТ-индустрии. Кроме того, появление квантовых вычислений и более активное внедрение различных чипов ИИ в робототехнику стимулируют рост мирового рынка. В 2025 году полупроводниковые гиганты инвестировали около 345 млн. дол. в инструменты ИИ для проектирования микросхем, а к 2026 году эта сумма, как ожидается, вырастет до 500 млн. дол. ИИ играет двойную роль в процессах проектирования и изготовления микросхем: он выступает в качестве ключевого рычага для оцифровки производственных процессов, с одной стороны, а с другой — поддерживает технологию производства полупроводников для оптимизации операций и контроля параметров процесса по мере продвижения технологий к полупроводниковым узлам нанометрового масштаба [2].

Основные цели использования технологий ИИ — снижение затрат, экономия времени, улучшение качества и повышение надежности промышленных процессов. Технологии ИИ применяются для обеспечения эффективности и результативности выпуска микрочипов путем решения сложных ситуаций в рамках ограничений заданных систем. С учетом вышеизложенного, изучение перспектив преобразующего воздействия ИИ практически на все процессы изготовления микросхем — от итераций до создания прототипов и производства, составляет важную

научно-практическую задачу, которая и предопределила выбор темы данной статьи.

Исследование эффективности интеграции технологий ИИ в большие и сложные модели данных для ускорения планирования, разработки и выполнения проектирования и производства чипов проводят Шафигуллина А. Ю., Климов Д. И., Мамедов Т. Т., Jingkai Zhou, Xinmiao Liu, Hong Zhou, Siyu Xu, Junsheng Xie.

Критический анализ различных методов машинного и глубокого обучения, которые позволяют точно и эффективно проектировать электронные схемы, удовлетворяя требованиям по мощности, производительности, времени цикла разработки и безопасности представлен работами Харитоновой Ю. С., Савиной В. С., Юрчика П. Ф., Olalekan J. Akintande, Daniel N. Cassenti, Vladislav D. Veksler.

Изучение имеющихся публикаций по теме исследования свидетельствует об ее актуальности и широком внимании ученых к различным аспектам. Однако, в связи с постоянным совершенствованием технологий и появлением цифровых инноваций, существующие наработки требуют уточнения и пересмотра. Так, в критическом анализе нуждаются последние достижения в использовании глубоких сверточных нейронных сетей и графовых нейронных сетей для ускорения рабочего процесса проектирования цифровых микросхем. Кроме того, нераскрытым остается потенциал ускорителей проектирования чипов на базе ИИ, которые позволяют реализовать различные методы распараллеливания, включая экспертный параллелизм, конвейерный параллелизм, тензорный параллелизм и контекстный параллелизм.

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении возможностей оптимизации процессов производства микросхем с использованием ИИ.

Прежде всего, кратко охарактеризуем историю внедрения технологий ИИ в процессы проектирования, изготовления и тестирования микросхем.

1. Появление специализированного оборудования: такого как графические процессоры (GPU) и, позднее, блоки тензорной обработки (TPU), стало важной вехой в начале интеграции ИИ в производство микросхем. Эти аппаратные достижения позволили получить необходимую вычислительную мощность, которая требовалась для обработки сложных алгоритмов ИИ, что существенно образом расширило горизонты их использования.

2. Разработка нейроморфных вычислений стала значительной вехой в развитии систем интеллектуального анализа, которая начала находить свое применение на разных этапах изготовления микросхем. В качестве примера можно привести такие нейроморфные чипы, как TrueNorth и Loihi. Благодаря им были созданы мощные системы автоматизированного проектирования печатных плат [3].

3. Следующим этапом стало появление вычислений в памяти. Эта технология позволила устранить узкое место, которое было связано с перемещением данных между процессором и памятью. На основании этого уда-

лось существенным образом повысить эффективность и производительность систем ИИ. Еще одно преимущество заключается в том, что пространство проектирования микросхем стало более простым, а значит поиск оптимальных конструкций ускорился.

4. Квантовые вычислительные схемы открыли новые возможности оптимизации мощности при изготовлении микросхем, которые также позволяют удовлетворить многочисленные ограничения, связанные со стоимостью, продолжительностью производства.

5. Программное и аппаратное обеспечение с открытым исходным кодом. Появление фреймворков с открытым исходным кодом сделало более простым доступ к схемам и системам ИИ. Это стало стимулом к созданию совместной среды для инноваций и разработок.

В таблице 1 авторами обобщены ключевые сферы применения технологий ИИ в процессах производства микросхем, которые дают возможность ускорить и дифференцировать разработку продуктов, а также улучшить точность операций.

Приведем некоторые практические примеры использования ИИ в ходе создания и выпуска микросхем.

Проектирование микросхем. Ключевые процессы, которые предусматривает проектирование микросхем, традиционно основывались на справочных методах. Они требовали от инженеров очень тщательного планирования, моделирования и проведения анализа многочисленных комбинаций [4]. Несмотря на то, что такие инструменты, например, как SPICE-симуляция или программное обеспечение CAD (Computer-Aided Design) позволили упростить некоторые процедуры, они все же предполагают вмешательство человека, а это, как известно, чревато ошибками и в ряде случаев низкой эффективностью. Роль технологий искусственного интеллекта в данном случае проявляется в следующем.

1. Автоматизация процессов создания схем. Технологии ИИ способны вывести на новый технологичный и соответственно качественный уровень задачу проектирования схем. Вместо ручного моделирования соединений между элементами, алгоритмы ИИ проводят анализ требуемых спецификаций и с учетом уже имеющихся конструкций генерируют предварительную схему. Впоследствии эта схема может быть дополнена или оптимизирована, но первичный этап компоновки значительно ускоряется. На рис. 1 представлен пример работы алгоритма поиска CircuitVAE, который встраивает вычислительные графы в непрерывное пространство проектирования микросхемы и оптимизирует изученный аналог физического моделирования методом градиентного спуска.

Алгоритм поиска CircuitVAE учится встраивать схемы в непрерывное латентное пространство и предсказывать метрики качества, такие как площадь и задержка, на основе заданных представлений.

2. Оптимизация макета с помощью искусственного интеллекта. После того как схема сгенерирована, ее необхо-

Таблица 1. Области использования систем ИИ для производства микросхем

Область использования	Возможности применения ИИ
Планирование	Прогнозирование цепочки поставок. Создание более точных графиков и прогнозов, которые оптимизируют технологические процессы
НИОКР	Поддержка исследований путем использования пользовательских моделей на смешанных языках для создания баз знаний, комментариев и записей общения. Все они полностью доступны для поиска, что облегчает обмен передовым опытом и поиск эталонных образцов
Проектирование	Генерация дизайна. Быстрая обработка итераций для улучшения существующих или создания совершенно новых конструкций. Оптимизация производительности на основе таких критериев, как энергопотребление, быстродействие, расположение и технологичность, что позволяет экономить время и деньги.
Производство	Обнаружение аномалий и дефектов. ИИ генерирует синтетические данные для использования в алгоритмах обнаружения дефектов. Также становится возможным автоматическое определение редких режимов отказа и их более точная количественная оценка. Моделирование процессов. Благодаря обучающим данным, поступающим от датчиков, журналов технологических процессов и других источников, создаются цифровые двойники, которые могут моделировать сортировку, сборку, тестирование и другие сложные производственные процессы. Построение моделей производительности и потоков, позволяющих максимизировать производительность и оптимизировать использование оборудования и ресурсов.
Операции	Ускоренная проверка юридических договоров. Извлечение важной информации, относящейся к отдельным контрактам или интеллектуальной собственности. Автоматическое извлечение критических дат (платежей, сроков, продлений), заполнение календарей и отправка уведомлений при необходимости принятия мер
Предпродажная подготовка	Помощь инженерам по применению полупроводниковых приборов, относительно выбора продукции, объяснения спецификации деталей. Поддержка конструкторов в поиске наиболее подходящего элемента для разработки конечной схемы

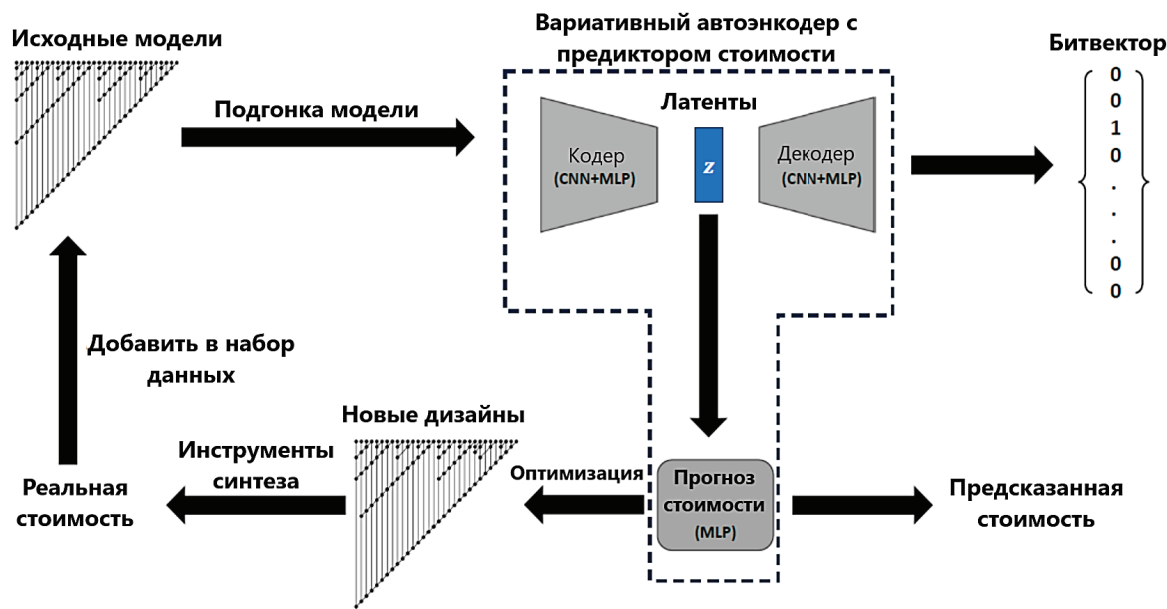


Рис. 1. Пример работы алгоритма поиска CircuitVAE

димом преобразовать в физический формат. Традиционные методы требуют, чтобы проектировщики вручную наносили добавки и соединительные линии, что трудоемко, затратно и чревато ошибками [5]. Алгоритмы ИИ способны оптимизировать схему с учетом многочисленных ограничений, таких как плотность размещения элементов, энергопотребление и тепловой контроль.

В данном случае в качестве примера можно привести инструмент на базе ИИ Geppetto, позволяющий проектировать платы путем перетаскивания компонентов. Он также дает возможность моделировать чип в формате 3D, чтобы иметь представление, как он будет выглядеть (см. рис. 2).
Обнаружение дефектов. Исторически сложилось так, что инженерам приходилось вручную анализировать

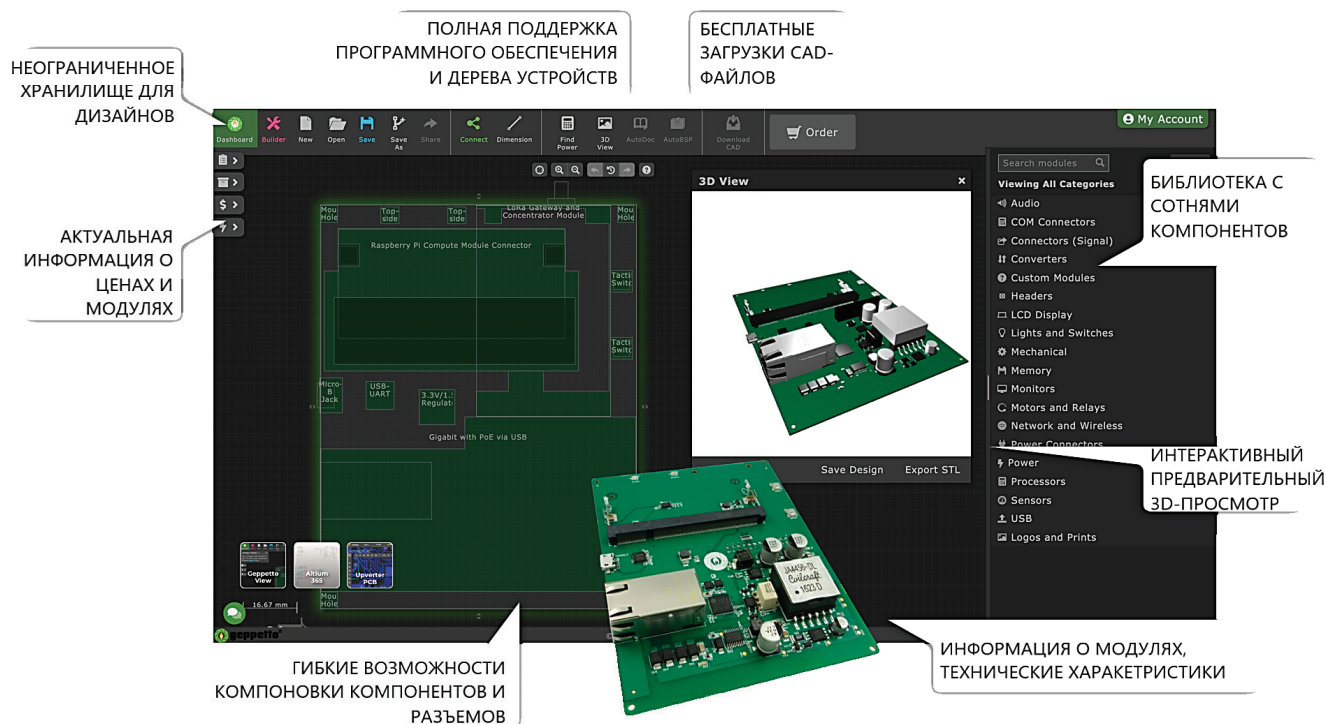


Рис. 2. Инструмент для проектировки микросхем

сигналы на входе и выходе линии, чтобы определить основные причины отказа. Данный процесс имеет ряд существенных недостатков — он медленный, дорогостоящий и требует огромных человеческих усилий. До недавнего времени эти знания передавались между основными командами по мере выявления новых видов дефектов и сигналов. Обычный ИИ значительно ускорил этот процесс, выявляя известные проблемы; однако традиционные модели обычно требуют значительной поддержки данных для сопоставления сигналов с основными причинами [6]. Новейшие итерации генеративного ИИ (GenAI) могут создавать синтетические данные для обучения как инженеров-людей, так и систем ИИ. Например, генеративная состязательная сеть (GAN) или диффузионная модель, обученная на таких шаблонах, как карты платин,

сигналы электронного тестирования или измерения статистического контроля процесса (SPC), продемонстрированные на небольшом наборе идентифицированных пластин, может быть использована для создания реалистичных примеров дефектов. Полученные результаты, например, вероятные области грубых отказов на платах — могут быть использованы для настройки последующих процессов.

Подводя итоги, отметим, что использование ИИ в процессах проектирования и изготовления микросхем, контроля дефектов и предиктивного обслуживания приводит к повышению эффективности и надежности производственного процесса. Более того, это позволяет снизить затраты при одновременном повышении производительности и оптимизации дизайна.

Литература:

1. Преображенский А. П. Моделирование производства интегральных микросхем с применением адаптивного управления // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2023. № 6. С. 95.
2. Сычева Е. М., Ботоев Р. Т., Коновалов Д. Р. Интеграция искусственного интеллекта в процесс проектирования микросхем: методы и перспективы // Естественные и технические науки. 2023. № 11 (186). С. 26–28.
3. Samaneh Zare Harofte, Madjid Soltani Recent Advances of Utilizing Artificial Intelligence in Lab on a Chip for Diagnosis and Treatment // Small. 2022. Volume 18, Issue 42. P. 76–83.
4. Kyurim Paek A high-throughput biomimetic bone-on-a-chip platform with artificial intelligence-assisted image analysis for osteoporosis drug testing // Bioengineering & Translational Medicine. 2022. Volume 8, Issue 1. P. 90–97.
5. Кураедов В. И. Применение методов машинного обучения для оптимизации процесса генерации тестовых последовательностей при проектировании интегральных схем // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2024. Т. 26. № 1. С. 14–22.
6. Zixuan Zhang, Xinmiao Liu Chengkuo Lee Advances in Machine-Learning Enhanced Nanosensors: From Cloud Artificial Intelligence Toward Future Edge Computing at Chip Level // Small Structures. 2023. Volume 5, Issue 4. P. 103–109.

Техническое диагностирование насосных агрегатов по эксплуатационным параметрам

Имияминов Рафаэль Азатович, студент магистратуры

Научный руководитель: Байкова Мария Игоревна, кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье автор предлагает методику технического диагностирования насосного агрегата на основе анализа эксплуатационных параметров и автоматизированного выявления причин их отклонений.

Ключевые слова: техническая диагностика, насосные агрегаты, эксплуатационные параметры, паспортные характеристики, прогнозирование технического состояния, магистральные нефтепроводы.

Введение

Техническая диагностика оборудования нефтеперекачивающих станций играет ключевую роль в обеспечении надежности и экономической эффективности магистральных трубопроводов [2]. Актуальность исследования обусловлена высокой степенью износа насосных агрегатов вследствие износа деталей и накопления по-

вреждений [1]. Традиционные методы диагностики, основанные на периодическом контроле, не позволяют оперативно выявлять дефекты, что увеличивает риск аварийных ситуаций и больших затрат на ремонт.

Цель работы — разработка методики технического диагностирования насосного агрегата на основе анализа эксплуатационных параметров и автоматизированного выявления причин их отклонений. Методология включает

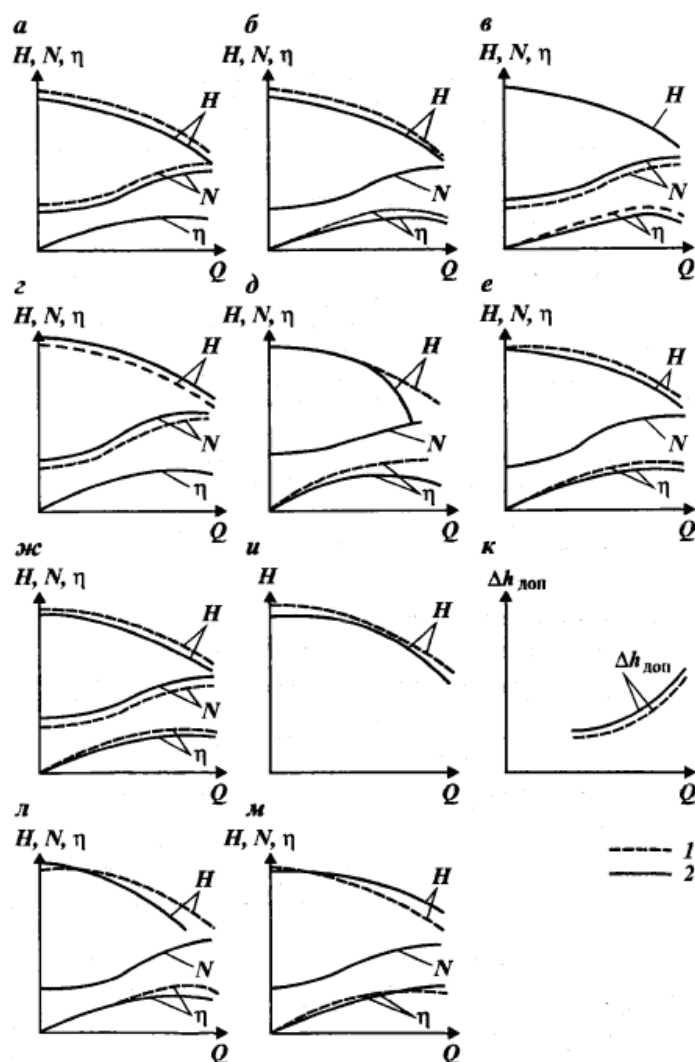


Рис. 1. Характеристики деформированного НА

сравнение текущих характеристик насосов с паспортными данными, учет технологического номера агрегата и условий эксплуатации, а также применение программного обеспечения для прогнозирования состояния оборудования.

Предлагаемый метод

Разработанная методика базируется на следующих этапах:

Сбор и анализ данных: в реальном времени собираются параметры работы НА (подача, напор, КПД, мощность) и сравниваются с паспортными характеристиками, хранящимися в базе данных. Учитывается технологический номер насоса, так как первые по потоку агрегаты демонстрируют снижение КПД на 1–2 % из-за режима частичной кавитации [3], [5].

Обработка результатов: для минимизации погрешностей используется метод наименьших квадратов для аппроксимации данных и определения коэффициентов, характеризующих отклонения параметров. Рассчитываются доверительные границы случайных и систематических погрешностей [4].

Диагностика дефектов: по отклонениям характеристик (рисунок 1) выявляются причины потери работоспособности (например, чрезмерные утечки через уплотнения, износ входных кромок лопаток рабочего колеса) [3].

Прогнозирование состояния: на основе трендового анализа параметров рассчитывается остаточный ресурс оборудования и планируется своевременное техническое обслуживание [2].

Для автоматизации процесса разработана программа, которая:

- отображает графики отклонений параметров (рисунок 2);

- выдает диагностические сообщения с рекомендациями по устранению дефектов;

- сокращает время диагностики и предотвращает аварии за счет раннего обнаружения неисправностей

Преимущества внедрения

Практическая значимость методики подтверждается следующими преимуществами:

- снижение риска аварийных остановок за счет раннего выявления дефектов, таких как искривление вала или износ уплотнений;

- оптимизация затрат на техническое обслуживание и ремонт благодаря прогнозированию межремонтных интервалов;

- повышение точности диагностики за счет учета индивидуальных особенностей каждого агрегата и условий эксплуатации.

Автоматизация процессов, которая сокращает время анализа данных и минимизирует человеческий фактор.

Заключение

Предложенная методика технической диагностики насосных агрегатов магистральных нефтепроводов демонстрирует эффективность в повышении надежности оборудования и снижении эксплуатационных затрат. Реализация программы автоматического анализа характеристик позволяет оперативно выявлять отклонения, прогнозировать ресурс оборудования и принимать обоснованные решения по техническому обслуживанию. Внедрение методики рекомендуется на нефтеперекачивающих станциях, а также в учебных целях для подготовки специалистов в области технической диагностики [1], [2].

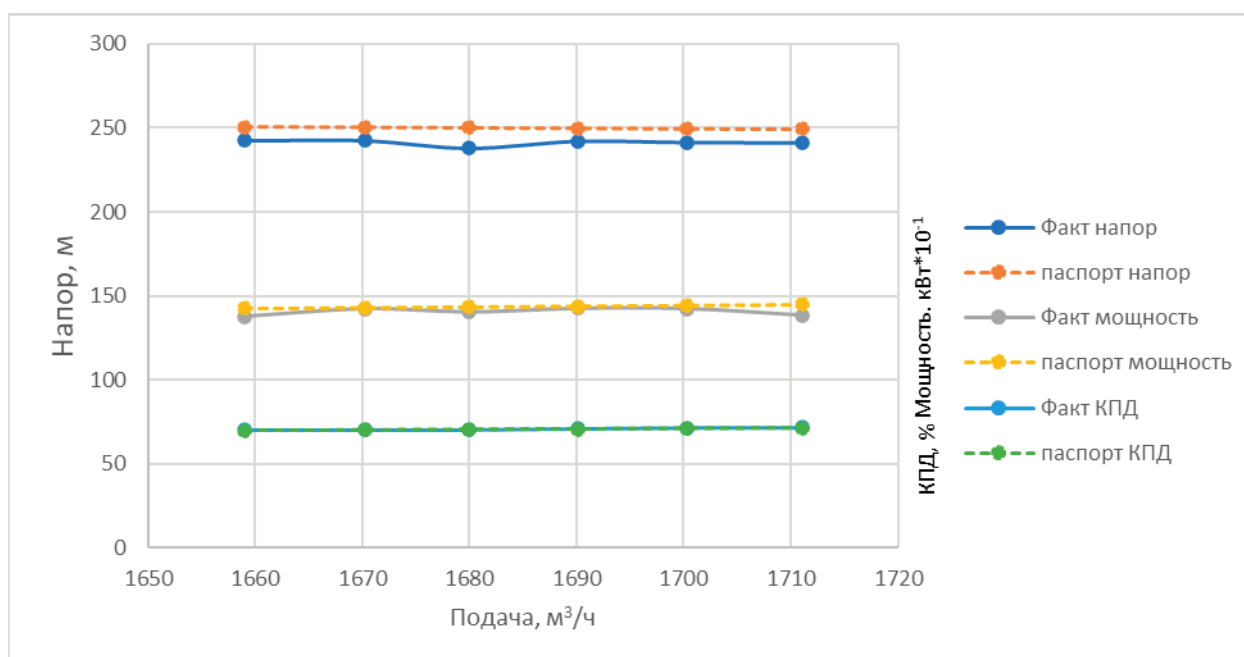


Рис. 2. Деформация графиков МНА 8

Литература:

1. Трубопроводный транспорт нефти: учебник / под ред. С. М. Вайнштока. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. — 407 с.
2. РД 75.200.00-КТН-0119–21 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Техническое обслуживание и ремонт механо-технологического оборудования и сооружений. — М.: 2021.
3. Гумеров А. Г., Гумеров Р. С., Акбердин А. М. Диагностика оборудования нефтеперекачивающих станций. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. — 347 с.
4. ГОСТ 8.207–76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. — Введ. 01.01.1977. — М.: Изд-во стандартов, 1976.
5. ГОСТ 12124–87 Насосы центробежные нефтяные для магистральных трубопроводов. Типы и основные параметры. — Введ. 01.01.1988. — М.: Изд-во стандартов, 1987.

Лазерное упрочнение твердосплавных штампов

Марущенко Никита Олегович, студент магистратуры

Научный руководитель: Грядунов Сергей Семенович, кандидат технических наук, доцент
Брянский государственный технический университет

Статья посвящена проблеме повышения долговечности штампового инструмента.

Ключевые слова: штампы, лазерное упрочнение.

Долговечность штампового инструмента во многом определяется структурой и свойствами поверхностных слоев инструмента, которые претерпевают наиболее заметные изменения в процессе эксплуатации. В поверхностном слое штампового инструмента развиваются процессы термической и механической усталости, пластической деформации, а также выкрашивания и истирания рабочей поверхности. Интенсивность этих процессов, характер их взаимодействия зависят от условий работы инструмента и свойств его материала. [1]

Одним из наиболее перспективных методов упрочнения штампового инструмента является лазерное упрочнение. Возможность изменения в широких диапазонах характеристик технологического процесса лазерного упрочнения позволяет получать различные структуры с разным комплексом свойств [2]. Поэтому изучение получаемых характеристик поверхности в зависимости от режимов упрочнения является актуальной задачей.

Дефекты лазерной обработки твердых сплавов являются недопустимыми для рабочих поверхностей штампов. Характерными видами дефектов, возникающих при лазерной обработке твердых сплавов, являются: а) трещинообразование, которое может развиваться с увеличением энергии воздействия луча; б) отслаивание участков поверхностного слоя, в) оплавление материала с образованием сетки микротрещин. Возникновение дефектов при лазерной обработке в значительной мере связано с гетерогенностью материала и различным воздействием лазерного луча на структурные составляющие сплавов.

При плотности энергии, не приводящей к дефектообразованию, воздействие лазерного луча приводит лишь к рас-

колу карбидов вольфрама без их оплавления. При этом кобальтовая связка, имеющая более низкую температуру плавления, переходит последовательно по глубине в жидкое и квазжидкое состояние. При этом расплавленная кобальтовая связка заполняет образовавшиеся в карбидах трещины, препятствуя их последующему развитию.

Дальнейшее повышение энергии воздействия приводит к оплавлению карбидов вольфрама в зоне действия лазерного луча. При этом образование микротрещин наблюдается по границам необработанного материала с оплавленным.

Для лазерного упрочнения штампов целесообразно выделить область энергетического воздействия, в которой гарантируется получение бездефектного поверхностного слоя. Область ограничивается оптимальной и пороговой энергиями. Величина оптимальной энергии обеспечивает максимальную степень упрочнения при бездефектной обработке и определяется в основном теплофизическими характеристиками твердых сплавов, зависящими от содержания кобальта. Пороговое значение энергии соответствует началу появления дефектов непосредственно после упрочнения [3].

Одним из факторов, обуславливающих величину оптимальной плотности энергии упрочнения, является микрорельеф исходной поверхности обрабатываемого материала. Исходная шероховатость определяет отражательную и поглощающую способности обрабатываемого участка поверхности при воздействии лазерного луча. Установлено, что при воздействии луча лазера на поверхности, обработанные с 6 по 9 класс шероховатости, величина оптимальной плотности энергии упрочнения не

зависит от исходной шероховатости и в зависимости от марки и структуры твердого сплава находится в пределах от 0,85 до 1,85 Дж/мм². Увеличение класса шероховатости выше 9-го вызывает возрастание величины оптимальной плотности энергии упрочнения.

Величина оптимальной энергии упрочнения обработанной поверхности с точки зрения технологических параметров зависит от степени перекрытия пятен закалки, характеризуемой коэффициентом подачи K_n . Многие исследования режимов лазерного упрочнения выполнялись при коэффициенте подачи равным 0,5. Увеличение степени перекрытия пятен закалки уменьшает допустимую для данной марки сплава энергию упрочнения. Уменьшение коэффициента подачи менее 0,5 вызывает образование участков перекрытой зоны с тройным воздействием лазерного луча. Это способствует проявлению термической контактной усталости за счет многократного воздействия луча при меньшем уровне подводимой энергии.

В работе исследовали влияние энергии лазерного упрочнения твердых сплавов с содержанием кобальта от 6 до 10 % на микротвердость обработанной поверхности. Повышение энергии упрочнения проводили до выявления дефектов, образующихся под воздействием лазерного луча. Определение микротвердости поверхности осуществлялось с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке

1,96 Н, что обеспечивало достаточную для измерения величину диагонали отпечатка алмазной пирамидки.

Установлено, что микротвердости поверхности твердых сплавов возрастает. Более значительное возрастание микротвердости по отношению к исходной микротвердости сплава отмечается при увеличении размера карбидных зерен и повышении содержания кобальта в сплаве. Это связано с тем, что в процессе обработки лазерным лучом в твердом сплаве происходит измельчение карбидных частиц. Кроме этого, в следствие нагрева зоны облучения до высоких температур происходит диффузионное растворение.

Результаты исследования приведены на рис. 1.

В результате получается структура, состоящая из мелкодисперсных карбидов в твердом растворе кобальта в углероде с увеличенным содержанием в связке вольфрама.

Выводы:

1. Установлено, что более значительное возрастание микротвердости по отношению к исходной микротвердости сплава отмечается при увеличении размера карбидных зерен и повышении содержания кобальта в сплаве.
2. Выявлено, что при энергии 11–12 Дж начинают появляться участки с отдельными трещинами. Поэтому оптимальной энергией упрочнения следует считать энергию 9–10 Дж.

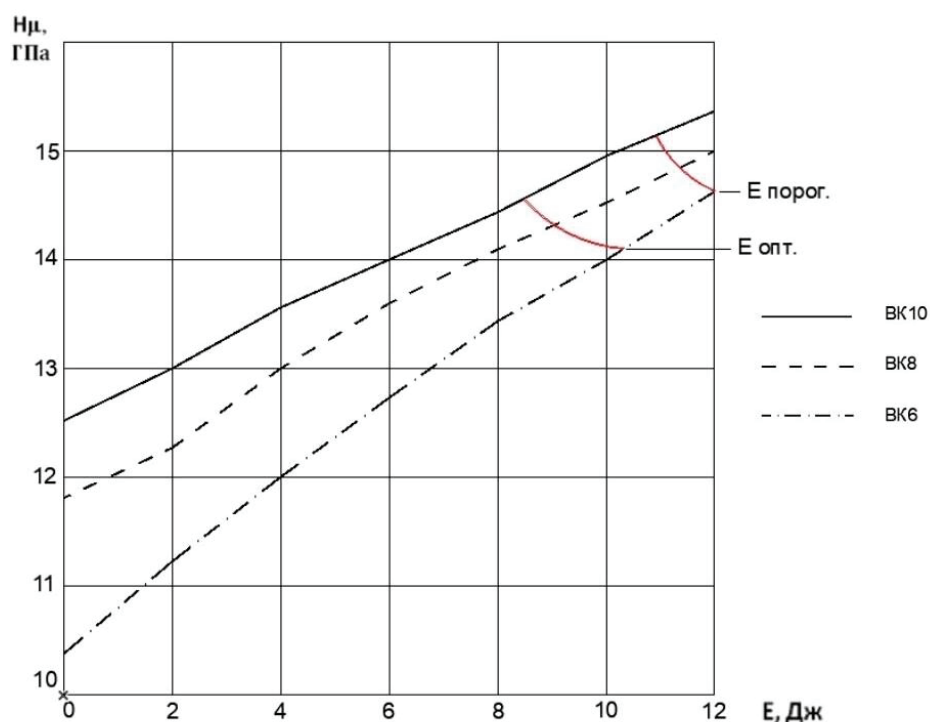


Рис. 1. Зависимость микротвердости твердых сплавов от энергии лазерного упрочнения углерода и вольфрама в расплавленной кобальтовой связке

Литература:

1. Малов А. Н. Технология холодной штамповки. — М.: Машиностроение, 1969. 254 с.
2. Луценко Т. И. Металловедение и термообработка материала. Лазерная закалка инструмента. — 1982. — № 9. 167 с.
3. Лошак М. Г. Упрочнение твердых сплавов. Киев: Наукова Думка. 1977. 148 с.

Анализ пригодности применения полимерных материалов для строительства нефтепроводов и нефтепродуктопроводов

Минязев Айнура Радикович, студент

Научный руководитель: Тимохин Андрей Леонидович, кандидат технических наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье автором проведено исследование существующих неметаллических труб для строительства трубопроводов. Проведен анализ их пригодности для строительства и эксплуатации нефтепровода.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, полимерные трубы, композитные трубы, неметаллические трубы.

Введение

На сегодняшний день в трубопроводном транспорте актуальна проблема увеличения аварийных ситуаций, связанных с интенсивным физическим износом нефтепромысловых стальных труб, который составляет более 60 %. Основная причина — низкая стойкость к коррозии стальных труб при перекачке по ним агрессивных сред, входящих в состав нефти [1].

Одним из способов решения проблемы является переход на изготовление нефтепромысловых труб из полимерных материалов в качестве альтернативной замены стальным, которые обладают более высокой долговечностью, хорошей коррозионной стойкостью, сопротивляемостью блуждающим токам, скоростью и экономичностью монтажа, эластичностью, повышенной пропускной способностью, экономией на изоляции, безопасностью [1]. Наиболее подходящим полимерным материалом для изготовления данных труб является полиэтилен, который в зависимости от способа изготовления подразделяется на полиэтилен низкого давления (ПНД) — высокой плотности и на полиэтилен высокого давления (ПВД) — низкой плотности. Авторами был выбран ПНД, который превосходит по прочности и стойкости к действию нефти ПВД примерно в 3 раза и показатель которого по изменению деформационных и прочностных оценивается, как «хорошая» [1]. Основное внимание было уделено исследованию трубы из ПНД на рабочие давления, при которых эксплуатируются нефтепромысловые трубы компании «Роснефть». По данным прочностных характеристик ПНД подобрана труба диаметром 219 мм с толщиной стенки 30 мм для рабочего давления 4 МПа и 10 МПа [2]. Проведено испытание данной трубы с использованием программы ANSYS WorkBench на выбранные рабочие давления. Результаты программы показали пригодность данной трубы к рабочему давлению до 4 МПа и непригодность к рабочему давлению 10 МПа. Повторное испытание трубы этого же диаметра с толщиной стенки 60 мм на рабочее давление 10 МПа показало значительное понижение значения максимального эквивалентного напряжения, незначительно превышающего предел текучести данного материала. Дальнейшая проверка этой трубы с большей толщиной стенки не проводилась ввиду экономической нецелесообразности.

Анализ химической стойкости материалов основывается на способности материалов сопротивляться воздей-

ствию агрессивных сред при определенных параметрах температуры и давления. Величины данных параметров задаются и подбираются таким образом, чтобы оказывать наибольшее воздействие среды на данный материал. Для получения более точных результатов при проведении экспериментов необходимо использование дополнительных оценок с учетом нагрузок, возникающих при эксплуатации трубопроводов.

При анализе с целью выявления наиболее предпочтительного к применению полимерного материала при строительстве магистральных нефтепроводов требуется проверка на воздействие агрессивных сред нефти.

В качестве продукта перекачки выбрана Башкирская нефть, в состав которой входят среды: хлорид кальция, сульфат кальция, хлорид магния, сульфат магния, бикарбонат калия, хлорид калия, сульфат калия, бикарбонат натрия, хлорид натрия, сульфат натрия, кислород, сера, углекислый газ, серная кислота, сероводород, хлорная кислота, угольная кислота, нефть и другие.

По химической стойкости материалы подразделяются на следующие классы:

- класс 1: высокий уровень химстойкости со способностью материала сопротивляться к воздействию агрессивных сред при указанных рабочих режимах;
- класс 2: ограниченный уровень химстойкости, период эксплуатации материалов сокращается вследствие частичного проникновения среды, поэтому рекомендуется переход на материалы с более высоким уровнем стойкости к воздействию агрессивных сред;
- класс 3: отсутствие химической стойкости, материалы подвержены к воздействию агрессивных сред, их эксплуатация недопустима.

По справочным данным химической стойкости материалов проведем анализ влияния сред башкирской нефти на полимерные трубы. Обозначение будем вести согласно представленной классификации.

Проанализировав физико-механические свойства стали и ПНД, приведенные в таблице 1, можно заключить, что ПНД по всем свойствам значительно уступает стали.

Таким образом, в дальнейшей перспективе возможно осуществлять переход на применение труб из ПНД для нефтепромысловых труб до 4 МПа, что сведет к минимуму количество аварийных ситуаций и ремонтных работ по их устранению.

Таблица 1. Химическая стойкость полимерных материалов на действие агрессивной среды башкирской нефти

Агрессивная среда			Химическая стойкость					
Среда (обозначение)	Концентрация	Температура, ° С	ПВХ	АБС	ПЭ	ПП	ХПВХ	ПВДФ
Хлорид кальция (CaCl ₂)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	3	1	1	1	1
Сульфат кальция (CaSO ₄)	насыщенный раствор	20	1	3	1	1	1	1
		40	1	3	1	1	1	1
		60	1	3	1	1	1	1
Хлорид магния (MgCl ₂)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	1	1	1	1	1	1
Сульфат магния (MgSO ₄)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	1	1	1	1	1	1
Бикарбонат калия (KHCO ₃)	насыщенный раствор	20	1	3	1	1	1	1
		40	1	3	1	1	1	1
		60	1	3	1	1	1	1
Хлорид калия (KCl)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	1	1	1	1	1	1
Сульфат калия (K ₂ SO ₄)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	1	1	1	1	1
Бикарбонат натрия (NaHCO ₃)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	1	1	1	1	1	1
Хлорид натрия (NaCl)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	3	1	2	1	1
Сульфат натрия (Na ₂ SO ₄)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	1	1	1	1	1
Кислород (O ₂)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	3	1
		60	1	1	2	2	3	1
Сера (S)	технически чистая	20	2	3	1	1	2	1
		40	3	3	1	1	3	1
		60	3	3	1	1	3	1
Углекислый газ (CO ₂)	технически чистая безводная	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	1	1	1	1	1
Серная кислота (H ₂ SO ₄)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	2	1	1	1	1
		60	2	3	1	1	1	1

Таблица 1 (продолжение)

Агрессивная среда			Химическая стойкость					
Среда (обозначение)	Концентрация	Температура, ° С	ПВХ	АБС	ПЭ	ПП	ХПВХ	ПВДФ
Сероводород (H2S)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	3	2	1	1	1
Хлорная кислота (HCl)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	3	1	2	2	1
Угольная кислота (CO2+H2O)	насыщенный раствор	20	1	1	1	1	1	1
		40	1	1	1	1	1	1
		60	2	1	1	1	1	1
Нефть	Технически чистая	20	1	3	1	1	3	1
		40	3	3	1	2	3	1
		60	3	3	2	2	3	1

Литература:

1. Трубопроводные системы из труб на основе полимерных материалов: строительство, эксплуатация, реконструкция, ремонт / В. И. Агапчев, Д. А. Виноградов, М. М. Фаттахов. — Москва: Интер, 2007. С. 3–85.

2. ГОСТ Р 55990–2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования.

Анализ полиэтилена низкого давления
для изготовления нефтепромысловых труб

Минязев Айнур Радикович, студент

Научный руководитель: Тимохин Андрей Леонидович, кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье автором проведено исследование существующих неметаллических труб для строительства трубопроводов. Проведен анализ их пригодности для строительства и эксплуатации нефтепровода. Даны рекомендации на основе анализа потенциально пригодных материалов для строительства трубопроводных систем.

Ключевые слова: полимерные трубы, композитные трубы, неметаллические трубы.

Введение

На сегодняшний день в трубопроводном транспорте актуальна проблема увеличения аварийных ситуаций, связанных с интенсивным физическим износом нефтепромысловых стальных труб, который составляет более 60 %. Основная причина — низкая стойкость к коррозии стальных труб при перекачке по ним агрессивных сред, входящих в состав нефти [1].

Одним из способов решения проблемы является переход на изготовление нефтепромысловых труб из полимерных материалов в качестве альтернативной замены

стальным, которые обладают более высокой долговечностью, хорошей коррозионной стойкостью, сопротивляемостью блуждающим токам, скоростью и экономичностью монтажа, эластичностью, повышенной пропускной способностью, экономией на изоляции, безопасностью [1]. Наиболее подходящим полимерным материалом для изготовления данных труб является полиэтилен, который в зависимости от способа изготовления подразделяется на полиэтилен низкого давления (ПНД) — высокой плотности и на полиэтилен высокого давления (ПВД) — низкой плотности. Авторами был выбран ПНД, который превосходит по прочности и стойкости к действию нефти ПВД при-

мерно в 3 раза и показатель которого по изменению деформационных и прочностных оценивается, как «хорошая» [1]. Основное внимание было уделено исследованию трубы из ПНД на рабочие давления, при которых эксплуатируются нефтепромысловые трубы компании «Роснефть». По данным прочностных характеристик ПНД подобрана труба диаметром 219 мм с толщиной стенки 30 мм для рабочего давления 4 МПа и 10 МПа [2]. Проведено испытание данной трубы с использованием программы ANSYS WorkBench на выбранные рабочие давления. Результаты программы показали пригодность данной трубы к рабочему давлению до 4 МПа и непригодность к рабочему давлению 10 МПа. Повторное испытание трубы этого же диаметра с толщиной стенки 60 мм на рабочее давление 10 МПа показало значительное понижение значения максимального эквивалент-

ного напряжения, незначительно превышающего предел текучести данного материала. Дальнейшая проверка этой трубы с большей толщиной стенки не проводилась ввиду экономической нецелесообразности.

Решение по возможности применения труб различного диаметра и толщины стенок из ПНД на рабочее давление до 4 МПа анализировалось с помощью программы ANSYS Workbench. Принята расчетная схема трубы с длиной 10 м. Модель была создана во встроенном графическом редакторе Design Modeler. Модель разбита на конечные элементы, размер которых задавался вручную, до достижения определенной точности и по геометрии трубы. Выбранный размер конечного элемента — 0,0225 м (рис. 1). Следующий шаг — задание граничных условий. Это необходимо для правильного выполнения расчета.

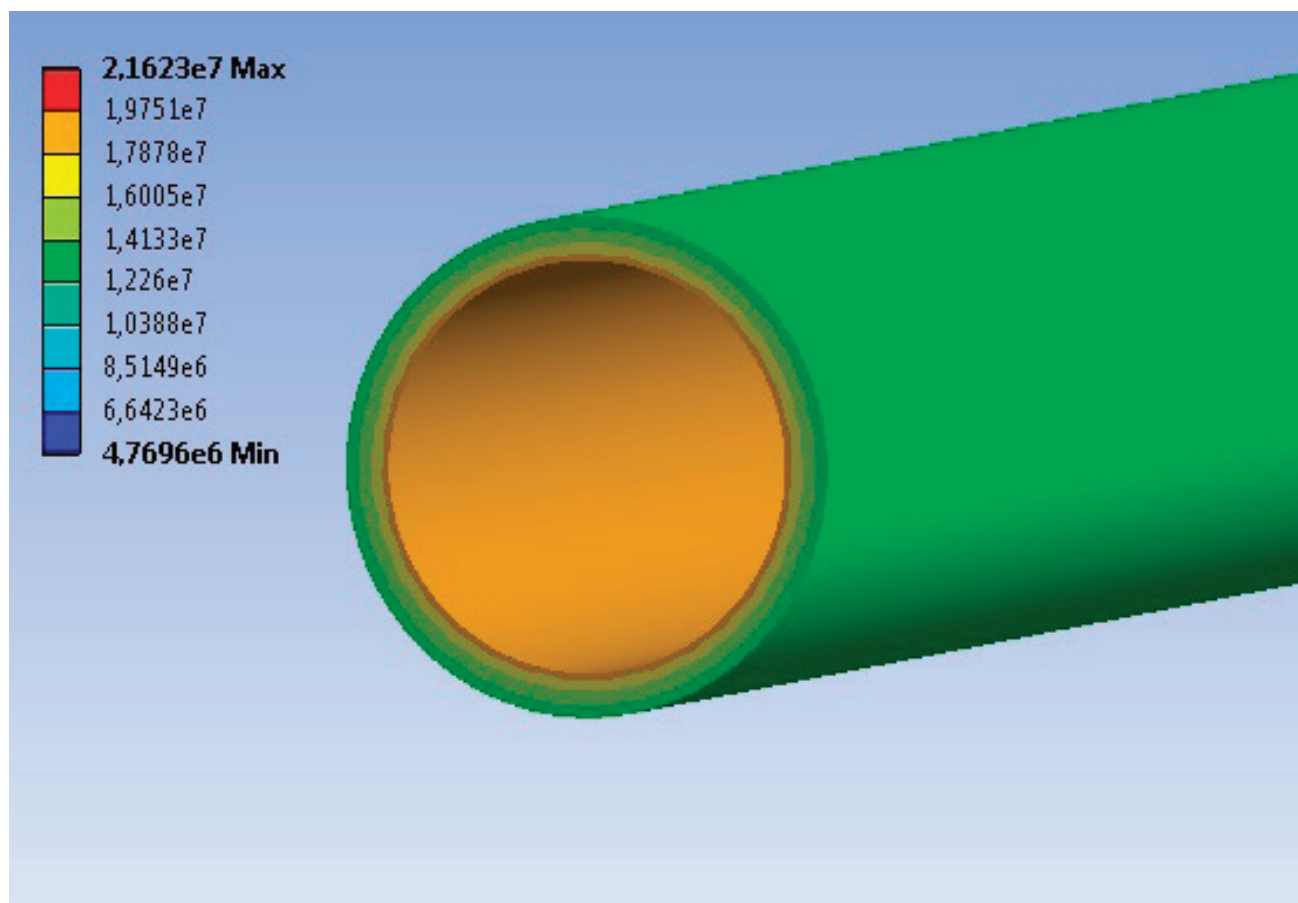


Рис. 1. Эквивалентные напряжения в стенке полиэтиленовой трубы с наружным диаметром 219 мм

Таблица 1. Физико-механические свойства ПНД и стали

Физико-механические свойства	ПНД	Сталь
Плотность, т/м ³	0,92–0,94	7,8
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	21–28	410–480
Предел прочности при изгибе, МПа	20,0	400
Модуль упругости при растяжении, ГПа	0,7–1,2	210
Коэффициент линейного расширения, 10 ^{–6} °C ^{–1}	180,0	11–14
Коэффициент теплопроводности, Вт/м×К	0,38	46

Подбор толщин стенок осуществлялся экспериментально в диапазоне от 11,5 до 55 мм в зависимости от внутреннего диаметра трубы до того момента, пока не будет удовлетворяться условие, при котором эквивалентные напряжения в стенке трубы станут меньше предела текучести.

Проанализировав физико-механические свойства стали и ПНД, приведенные в таблице 1, можно заключить, что ПНД по всем свойствам значительно уступает стали.

Полиэтиленовые трубы, в том числе ПНД, являются перспективным направлением для альтернативной замены стальных нефтепроводов.

Таким образом, в дальнейшей перспективе возможно осуществлять переход на применение труб из ПНД для нефтепромысловых труб до 4 МПа, что сведет к минимуму количество аварийных ситуаций и ремонтных работ по их устранению.

Литература:

1. Агапчев В. И. Трубопроводные системы из труб на основе полимерных материалов: строительство, эксплуатация, реконструкция, ремонт / В. И. Агапчев, Д. А. Виноградов, М. М. Фаттахов. — М.: ИНТЕР, 2007. — 339 с.
2. ГОСТ Р 55990–2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования.
3. Свирина, С. А. Transportation of oil and gas in Russia / С. А. Свирина, Н. В. Ширшова, В. В. Мешков. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 1 (239). — С. 46–49. — URL: <https://moluch.ru/archive/239/55323/> (дата обращения 17.05.2020).

Разработка кронштейна стрелы экскаватора для многофункциональной гусеничной платформы «Танкоград Т-1500»

Новоселов Никита Владимирович, студент
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Свитнева Полина Михайловна, учащаяся 9-го класса
МАОУ г. Челябинска СОШ № 13

Стуков Глеб Александрович, учащийся 10-го класса
ГБОУ «Челябинский областной многопрофильный лицей-интернат для одаренных детей»

Еникеев Артем Максимович, учащийся 9-го класса
МАОУ «Лицей № 97 г. Челябинска»

Жаков Андрей Олегович, руководитель молодёжного конструкторского бюро бронетанковой техники
и транспортных машин «Танкоград»
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

В статье представлена разработка поворотного кронштейна стрелы экскаватора для многофункциональной гусеничной платформы «Танкоград Т-1500». В условиях необходимости импортозамещения и снижения производственных затрат предложен метод изготовления кронштейна с использованием сварных соединений вместо традиционного литья. Проведены расчеты напряжений и запаса прочности в программе Autodesk Inventor, выявлены критические зоны конструкции и предложены пути их усиления. Результаты работы могут быть применены в мелкосерийном производстве для повышения эффективности и адаптивности конструкции.

Ключевые слова: импортозамещение, экскаватор, многофункциональная платформа.

В современном мире возрастает значимость использования малогабаритной гусеничной техники в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях [1]. К ней предъявляются высокие требования по маневренности, надёжности и способности к работе в труднодоступных условиях [2].

Кронштейны стрелы экскаватора является одним из наиболее нагруженных элементов конструкции. Традиционная технология изготовления подобных деталей ме-

тодом литья, хотя и обеспечивает необходимую прочность, имеет ряд существенных недостатков: высокая стоимость, длительный цикл производства, необходимость изготовления большой партии.

Для решения этих недостатков малосерийные производства часто используют сварные конструкции, этот метод получается более экономически выгодным. Кроме того, производственный цикл литья требует значительных ресурсов и времени, что затрудняет оперативную

модернизацию конструкции. Таким образом была сформулирована цель разработки.

Целью данной работы является разработка сварного аналога литого кронштейна, обеспечивающего снижение затрат и сокращение сроков производства при сохранении требуемых прочностных характеристик.

Конструкция кронштейна была адаптирована на основе анализа литого узла Kubota U15 (рис. 1). В процессе проектирования использовались стали, хорошо зарекомендовавшие себя в машиностроении: низколегированная 09Г2С для пластин и конструкционная Сталь 40 для цилиндрических элементов (втулок) (табл. 1) [3]. Это обеспечивает баланс между прочностью, свариваемостью и доступностью материалов.

Для подтверждения прочности конструкции был выполнен численный расчет методом конечных элементов в среде Autodesk Inventor Professional 2025. В качестве внешней нагрузки рассматривались статические усилия, возникающие при эксплуатации экскаватора: вертикальное усилие 10 000 Н и изгибающий момент 13000 Нм. Распределение нагрузок определялось с учетом расположения центра тяжести стрелы (рис. 2).

Результаты расчетов подтвердили работоспособность предложенного решения: максимальные напряжения составили 139,8 МПа при допустимых 270 МПа,

коэффициент запаса прочности варьировался от 1,79 в зоне крепления до 15 в ненагруженных участках, а прогиб под нагрузкой не превысил 0,039 мм (табл 2). Так же мы получили графическое изображение опасных зон (рис 3.).

Проведённый анализ показал, что в большинстве зон, напряжения значительно ниже предела текучести используемых материалов, однако некоторые участки испытывают повышенные нагрузки. Это говорит, что в дальнейшем будет усилены эти зоны дополнительными ребрами жёсткости или увеличением толщины сечений.

Для внедрения конструкции в производство разработан комплект конструкторской документации, включающий сборочный чертеж с габаритными размерами для интеграции с платформой «Танкоград Т-1500», спецификацией сварных швов и указаниями по допускам и посадкам критических узлов, таких как втулки. Дополнительно подготовлены детализовочные чертежи всех элементов кронштейна с указанием материалов (сталь 09Г2С для пластин, сталь 40 для втулок) и технологических требований, включая допуски на обработку и шероховатость поверхностей. Вся документация выполнена в соответствии с ЕСКД и адаптирована для оборудования, доступного на предприятиях (рис 4.) [4].

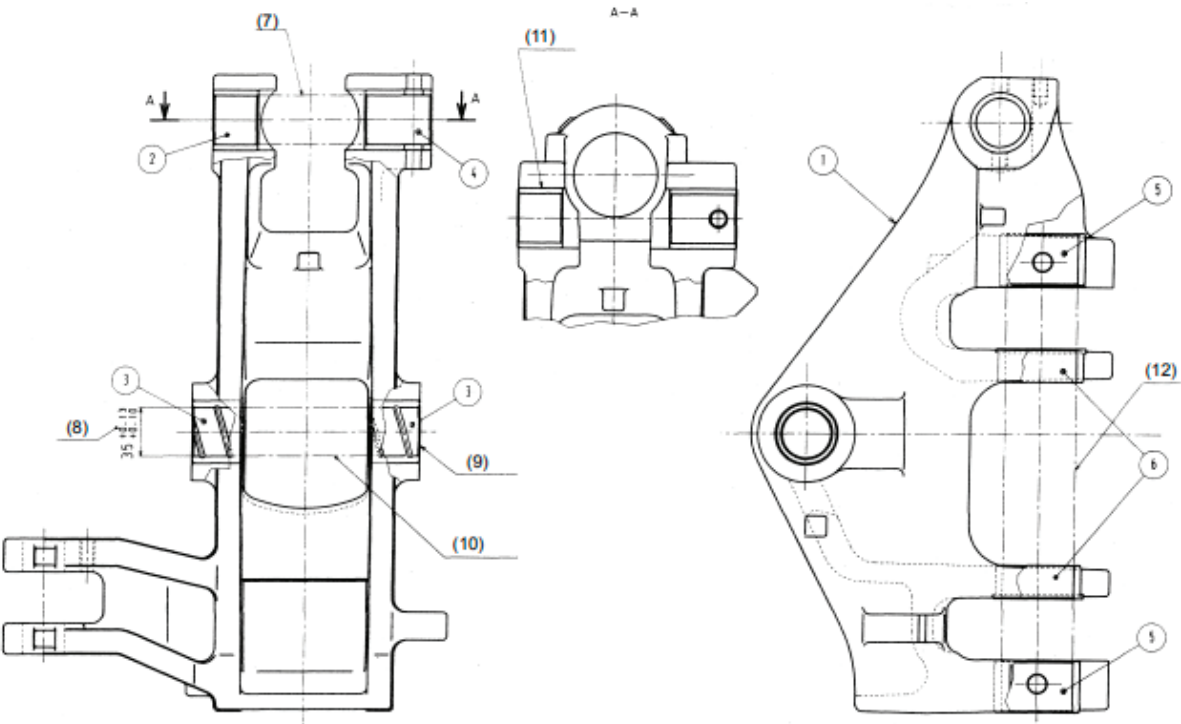


Рис. 1. Поворотный кронштейн Kubota U15

Таблица 1. Используемые материалы

Детали	Материал	$\sigma_{0,2}$, Мпа
Пластины	09Г2С	270
Втулки	Сталь 40	320

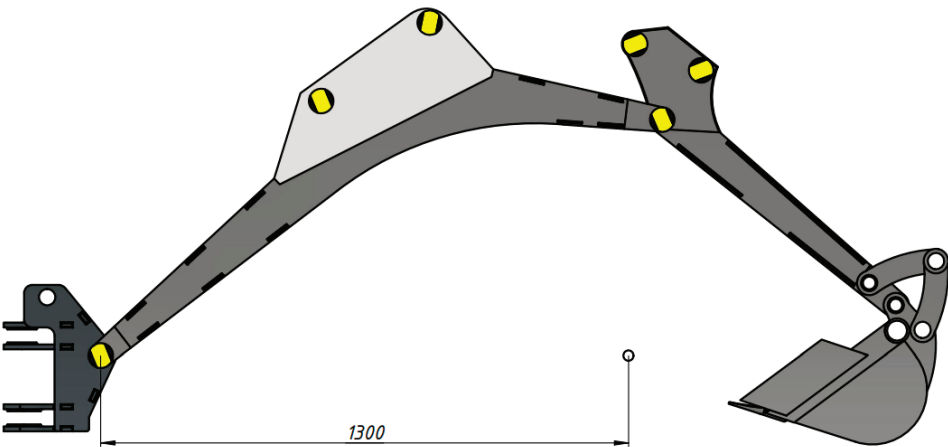


Рис. 2. Местоположение центра тяжести

Таблица 2. Результаты расчета

Имя	Минимальная	Максимальная
Объем	2544240 мм ³	
Масса	19.7074 кг	
Напряжение по Мизесу	0.0328046 МПа	139.829 МПа
1-е основное напряжение	-18.632 МПа	67.2193 МПа
3-е основное напряжение	-129.517 МПа	16.8371 МПа
Смещение	0.000000131732 мм	0.0392524 мм
Коэфф. запаса прочности	1.78789 бр	15 бр

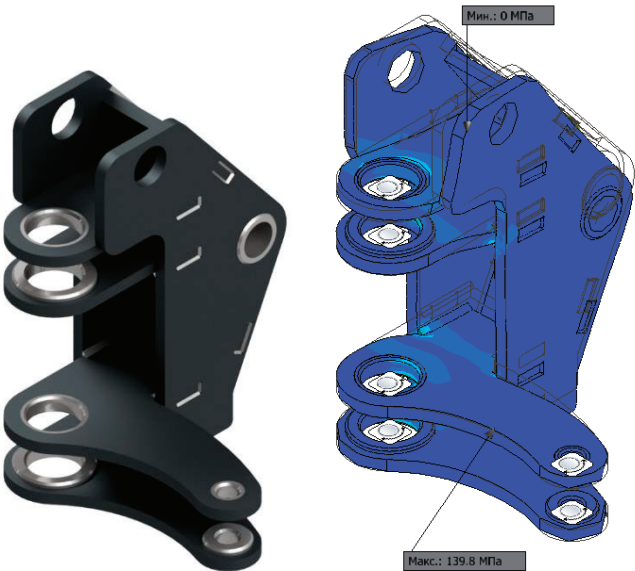


Рис. 3. Расчет кронштейна

1. Разработан новый кронштейн стрелы экскаватора для многофункциональной гусеничной платформы «Танкоград Т-1500», который заменяет традиционное литьё на сварные соединения. Это решение снижает производственные затраты и ускоряет цикл изготовления, что особенно важно для мелкосерийного производства.
2. Используются оптимальные материалы: низколегированная сталь 09Г2С для пластин и конструкционная

сталь 40 для втулок. Эти материалы обеспечивают баланс между прочностью, свариваемостью и доступностью.

3. Проведены расчёты напряжений и запаса прочности в программе Autodesk Inventor. Результаты показали, что максимальные напряжения (139,8 МПа) не превышают допустимых значений (270 МПа), а коэффициент запаса прочности варьируется от 1,79 до 15, что подтверждает надёжность конструкции.

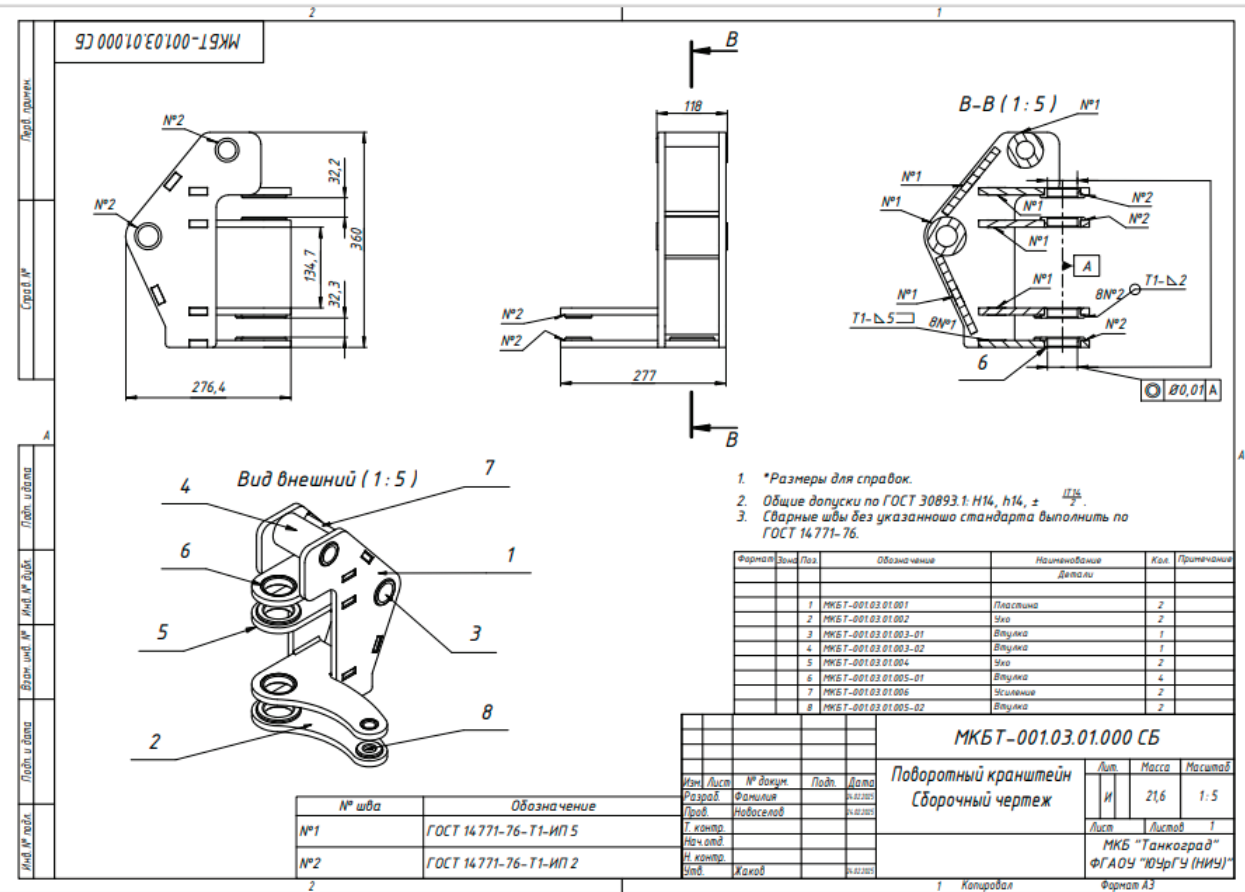


Рис. 4. Поворотный кронштейн: сборочный чертеж

4. Выявлены критические зоны, требующие дополнительного усиления. Для повышения прочности предложены меры, такие как добавление рёбер жёсткости или увеличение толщины сечений в этих участках.
5. Подготовлена конструкторская документация, включая сборочные чертежи, что позволяет быстро внедрить разработку в производство.

Проведенные исследования подтвердили возможность замены литого кронштейна сварной конструкцией без потери прочностных характеристик. Предложенное решение позволяет снизить себестоимость и сократить сроки производства, что особенно актуально для мелкосерийного выпуска. Дальнейшие работы будут направлены на оптимизацию критических зон и испытания опытного образца.

Литература:

1. Кряжков В. М., Годжаев З. А., Шевцов В. Г., Гурьев Г. С., Лаврон А. В., А. В. Парк тракторов: состояние и направление развития // Сельский механизатор. 2015. № 9. С. 3–5.
2. ГОСТ 30067–93. Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия: межгосударственный стандарт: введен 1996–01–01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — Москва: Стандартинформ, 1993. — 24 с.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. — 8-е изд. — Москва: Машиностроение, 2001. — 920 с. — Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 2.109–73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. — М.: Стандартинформ, 2020. — 45 с.

Повышение промышленной безопасности резервуарных парков: современные подходы и технологии

Радькин Евгений Александрович, студент магистратуры

Научный руководитель: Петухова Вера Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

В данной статье рассмотрены современные методы по повышению промышленной безопасности резервуарного парка, а также внедрение технологии, доступной уже сейчас.

Ключевые слова: промышленная безопасность, современные методы, резервуарный парк, резервуар.

Резервуарные парки нефтеперерабатывающих предприятий остаются критически важными объектами, где риски возникновения чрезвычайных ситуаций требуют комплексных решений. Современные методы обеспечения промышленной безопасности включают технологические инновации, автоматизацию контроля и организационные меры, направленные на минимизацию угроз взрывов, пожаров и экологических катастроф.

Безотходная очистка резервуаров — ключевой метод снижения риска образования взрывоопасных паровоздушных смесей. Мобильные комплексы, использующие экологически безопасные технологии, позволяют удалять остатки нефтепродуктов без образования отходов, что предотвращает возгорание при закачке новых продуктов.

Защита от коррозии реализуется через установку эластичных вакуумных вкладышей для одностенных резервуаров и протекторных систем. Для резервуаров РВС-1000 и РВС-2000 оптимальным решением является использование групповых протекторных установок (2 группы по 3 протектора для РВС-1000 и 3 группы по 4 протектора для РВС-2000), что обеспечивает долговременную защиту днищ.

Внедрение автоматизированных систем включает:

- Датчики давления, температуры и уровня нефтепродуктов для предотвращения переливов.

- Системы аварийной сигнализации, интегрированные с пожарными установками (пенное тушение, водяное охлаждение).

- Молниезащиту и заземление металлических элементов для устранения электростатических разрядов.

Модернизация объектов направлена на:

- Установку современных систем управления, повышающих точность контроля.

- Замену устаревших резервуаров на конструкции с двойными стенками или вкладышами.

- Внедрение фильтрующих систем для очистки сточных вод и снижения экологического ущерба.

В целях повышения безопасности в резервуарах рассматривается применение радарных уровнемеров типа «два в одном», антенна работает надежнее электроники. Антенна является неподвижной механической частью со средним временем наработки на отказ, приблизительно равным показателю самого резервуара.

Бесконтактный радарный уровнемер Rosemount 5601 — это надежный 4-проводный радар для измерения уровня, который обеспечивает непревзойденное преимущество в широком диапазоне применений и технических условий. Область применения — резервуарные парки и автоматизированные системы управления производственными процессами в нефтяной, химической, пищевой и других отраслях промышленности.

Уровнемеры состоят из антенного блока и электронного преобразователя. Антенные блоки имеют ряд исполнений, различающихся типами применяемых антенн (стержневые, конические, параболические, антенны с уплотнением, удлиненные конические и конические со встроенным промысловым патрубком). Электронные преобразователи изготавливаются без индикаторного блока, со встроенным или выносным индикаторным блоком.

Принцип действия уровнемеров состоит в следующем. Уровнемер излучает непрерывный частотно модулированный сигнал в сантиметровом диапазоне радиоволн. Излученный сигнал отражается от поверхности продукта, находящегося в резервуаре, и принимается уровнемером. Частота отраженного от поверхности жидкости сигнала сравнивается с частотой излученного сигнала и по их разности определяется расстояние до поверхности продукта. Уровень продукта вычисляется как разность высоты установки уровнемера на резервуаре и измеренного расстояния до продукта.

При использовании индикаторного блока уровнемер может реализовывать функцию измерений температуры жидкости с помощью подключаемых к индикаторному блоку термопреобразователей сопротивления, а также расчета объема жидкости по введенной таблице (до 100 точек) градуировки резервуара или для резервуаров идеальной формы по математическим формулам.

Комплексный подход к повышению промышленной безопасности резервуарных парков, сочетающий технологические инновации, автоматизацию и строгое соблюдение нормативов, позволяет существенно снизить риски аварий. Применение протекторных установок, мобильных очистных комплексов и современных систем пожаротушения демонстрирует высокую эффективность в предотвращении ЧС, что подтверждается результатами исследований.



Технические характеристики
Диапазон измерений: от 0 до 50 м
Погрешность измерений уровня: ± 5 мм
<u>Воспроизводимость</u> : ± 1 мм
Рабочий диапазон давлений: до 5,5 МПа
Рабочий диапазон температур окружающей среды: $-40 \text{ — } +80$ °C

Рис. 1. Уровнемер Rosemount 5601

Литература:

1. Современные решения по обеспечению промышленной безопасности резервуарных парков нефтедобывающих производств РФ. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-resheniya-po-obespecheniyu-promyshlennoy-bezopasnosti-rezervuarnyh-parkov-neftedobyvayuschih-proizvodstv-rf> (дата обращения: 10.05.2025). — Текст: электронный.
2. Обеспечение экологической и промышленной безопасности на резервуарных парках нефтеперерабатывающих предприятий. — URL: <https://research-journal.org/archive/3-117-2022-march/obespechenie-ekologicheskoy-i-promyshlennoj-bezopasnosti-na-rezervuarnyx-parkax-neftepererabatyvayushhix-predpriyatij> (дата обращения: 10.05.2025). — Текст: электронный.
3. Rosemount 5601 Уровнемер радарный для технологического применения — URL: <https://rosemeter.ntrt.ru/price/product/1896242?ysclid=mai933tthh318152442> (дата обращения: 10.05.2025). — Текст: электронный.

Перспективы внедрения комплекса диагностики трубопроводов для снижения риска возникновения и развития аварии на площадке переработки газового конденсата

Радькина Дарья Андреевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Широкова Динара Наилевна, кандидат биологических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

В статье рассмотрена текущая система обеспечения безопасности площадки переработки газового конденсата, а также предложен метод для повышения эффективности данной системы и снижения риска возникновения аварии, основанный на внедрении комплекса диагностики трубопроводов на основе распределенных волоконно-оптических датчиков температур и механических напряжений.

Ключевые слова: промышленная безопасность, риск, авария, опасный производственный объект.

При проведении анализа аварийных ситуаций, связанных с эксплуатацией площадки переработки газового конденсата, были выявлены наиболее вероятные сценарии аварий, связанные с полным разрушением или частичной разгерметизацией трубопроводов, содержащих газовую (паровую) фазу. При помощи метода построения деревьев событий выявлено, что при разгерметизации оборудования, содержащего паровую (газовую) фазу, будет протекать 3 взаимоисключающих друг друга

сценария аварии. Конечными событиями в этих сценариях являются горение опасного вещества по типу «диффузионный факел», взрыв газопаровоздушного облака и утечка без воспламенения/взрыва.

Для управления технологическим процессом на каждой из установок исследуемого объекта предусмотрена автоматизированная система управления технологическим процессом установки подготовки газа, которая входит в состав АСУ ТП. Система реализована на базе ми-

кропроцессорной техники и обеспечивает необходимое качество контроля и управления и безопасности.

Информация о течении процесса передается на рабочие места операторов технологической установки. АСУТП организована в виде функционально распределенной иерархической структуры, которая включает две подсистемы:

- распределенную систему управления технологическим процессом (PCY);
- подсистему противоаварийной защиты (ПАЗ), функционирующую независимо от системы PCY.

Снятие (деблокировка) защит выполняется персоналом, согласно инструкции ПАЗ. Функции безопасности выполняются подсистемой ПАЗ независимо от работоспособности элементов системы управления.

Контроль и управление технологическим процессом предусматривается из отдельно стоящего центрального помещения управления (ЦПУ), вынесенного из взрывоопасной зоны процесса.

Для обеспечения безопасного ведения технологического процесса, снижения вероятности образования взрывоопасной смеси на установке предусмотрены следующие мероприятия:

- основное технологическое оборудование размещено на наружной площадке;
- все аппараты и трубопроводы, где возможно возникновение давления, превышающего расчетное, оснащены предохранительными клапанами;
- электрооборудование, размещенное во взрывоопасных зонах, предусмотрено во взрывозащищенном исполнении;

- противопожарная защита оборудования;
- для быстрого отсечения от внешних трубопроводов и отдельных участков (блоков) внутри объекта предусмотрена арматура с дистанционным управлением;
- трубопроводы и оборудование, в которых возможно застывание или замерзание среды, обогреты и теплоизолированы;
- все аппараты снабжены лестницами и площадками для свободного и безопасного доступа обслуживающего персонала к аппаратуре и приборам КИПиА;
- производственных помещения и на наружных установках, относящихся к взрывопожароопасным, выполнена система контроля состояния воздушной среды по НКПР, включенная в АСУ ТП установки.

Для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций предлагается внедрение комплекса диагностики трубопроводов на основе распределенных волоконно-оптических датчиков температуры и механических напряжений (DSTS). Данный комплекс является сложной сенсорной системой, использующей рассеяние Бриллюэна в оптических волокнах для измерения, как температуры, так и механических напряжений вдоль всего оптического волокна. Располагая оптоволоконный кабель внутри трубопроводов, можно обнаружить, когда этот объект деформируется с изменением структуры и/или неконтролируемо нагревается/охлаждается, и устранить проблему до возникновения аварии.

Основные технические характеристики предлагаемой системы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики системы волоконно-оптических датчиков температуры и механических напряжений

Наименование характеризующего параметра	Значение
Измеряемые параметры	Напряжение и/или Температура; спектр бриллюэновского рассеяния
Максимальная длина волокна	До 160 км
Чувствительный элемент	Многомодовое волокно с диаметром 50/125 мкм; сердцевина — плавленный кварц, легированный оксидом германия; оболочка — чистый кварц; защитное покрытие — алюминий (толщина 50–200 мкм)
Пространственное разрешение	1 м
Максимальное количество датчиков (на 1 м)	До 20
Температурный диапазон	0 °C до +500 °C
Время счёта	1 с
Погрешность измерений температуры	Не более 0,2 °C
Диапазон напряжений	От -3 % (сжатие) до +4 % (растяжение)
Погрешность измерений напряжения	Не более 0,1 %

Основное преимущество данной системы в высокой точности измерений (не более 0.1 %), а также в высокой частоте передачи сигнала на рабочую панель. Таким образом, отслеживание параметров с минимальной задержкой

и высокой точностью позволит в кратчайшие сроки отмечать изменения прочности и целостности трубопроводов еще до образования точки разрыва и своевременно проводить ремонт и техническое обслуживание установок.

Литература:

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ (последняя редакция) // СПС КонсультантПлюс

2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»» // СПС КонсультантПлюс
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21.12.2016 № 549 «Об утверждении методики расчета значений показателей, используемых для оценки вероятности возникновения потенциальных негативных последствий несоблюдения требований в области промышленной безопасности» // СПС КонсультантПлюс

Использование частотно-управляемых асинхронных электроприводов для АЭС

Трещев Алексей Викторович, студент магистратуры;

Висицкий Павел Николаевич, студент магистратуры;

Быковский Иван Валерьевич, студент магистратуры

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва)

Программно-технический комплекс автоматизированной системы управления технологическим процессом является основным элементом управления исполнительными механизмами АЭС.

Для поддержания требуемых параметров и безаварийной, устойчивой работы энергоблоков АЭС необходимо исключить (свести к минимуму) отказы элементов управления.

В зависимости от функционального назначения электроприводной арматуры для реализации функции управления исполнительными механизмами существует необходимость использования асинхронных электроприводов с частотным управлением.

В процессе эксплуатации важным аспектом функционального состояния электроприводной арматуры является время работы в условиях высоких температур и давления, а также поддержание водно-химического баланса, непревышение определенной величины пусковых токов запорной арматуры и других устройств.

По статистике, по меньшей мере 15 % от общего количества остановов энергоблоков так или иначе связано с изменением технического состояния электроприводной арматуры [1].

Асинхронные электродвигатели 10 и 0,4 кВ с короткозамкнутым ротором широко применяются для привода технологических механизмов собственных нужд электрических станций. Применение асинхронных электродвигателей обусловлено их высокой надежностью, дешевизной, простотой конструкции, возможностью большой перегрузки, простотой пуска и возможностью автоматизации.

При эксплуатации электродвигателей на шинах собственных нужд энергоблока должно поддерживаться напряжение 100...105 % от номинального, частота питающей сети может меняться в пределах $\pm 2,5$ % (1,25 Гц). При необходимости допускается работа электродвигателей при напряжении от 90 до 110 % от номинального с сохранением их номинальной мощности. Номинальная мощность электродвигателей должна сохраняться при одно-

временном отклонении напряжения на 10 % и частоты на 2,5 % (1,25 Гц) от номинальных значений при условии, что при работе с пониженным напряжением и повышенной частотой сумма абсолютных значений отклонений напряжения и частоты не превышает 10 %.

Электродвигатели с короткозамкнутыми роторами разрешается пускать из холодного состояния два раза подряд, из горячего — один раз, если заводской документацией не допускается большее количество пусков. Последующие пуски разрешаются после охлаждения электродвигателя до температуры окружающей среды.

Электродвигатели изготавливают различной мощности — от нескольких ватт до нескольких тысяч киловатт. Несмотря на большое разнообразие асинхронных электродвигателей по мощности, климатическому исполнению и способам охлаждения, все они, в принципе, имеют одну и ту же конструкцию (рис. 1). Основные конструктивные элементы асинхронных электродвигателей: клеммная колодка, коробка ввода электрокабеля, обмотка статора, ротор короткозамкнутый, крышка с подшипником, вал.

Принцип работы асинхронного электродвигателя основан на использовании закона электромагнитной индукции, сущность которого заключается в том, что при включении обмотки статора в сеть трехфазного тока возникает вращающееся магнитное поле статора, частота вращения которого n_1 определяется выражением:

$$n_1 = f \cdot 60 / p \text{ (об/мин)},$$

где f_1 — частота сети переменного тока, Гц,

p — число пар полюсов обмотки статора.

Вращающееся магнитное поле статора (полюсы N_1 и S_1) сцепляется как с обмоткой статора, так и с обмоткой ротора и наводит в них ЭДС. ЭДС обмотки статора, являясь ЭДС самоиндукции, действует встречно приложенному к обмотке напряжению и ограничивает величину тока в обмотке статора. Обмотка ротора замкнута, поэтому ЭДС ротора создает в стержнях обмотки ротора токи, а следовательно, и магнитное поле. Взаимодействие магнитного поля ротора и магнитного поля статора создает



Рис. 1. Конструкция электродвигателя

на роторе электромагнитные силы $F_{ЭМ}$, направление которых определяется по правилу левой руки. Электромагнитные силы $F_{ЭМ}$ стремятся повернуть ротор в направлении вращения магнитного поля статора. Совокупность сил $F_{ЭМ}$ создает на роторе электромагнитный момент M , который вращает ротор с частотой n_2 (рис. 2).

Частота вращения ротора n_2 называется асинхронной, так как $n_2 < n_1$. Величина, характеризующая разность частот ротора и магнитного поля статора, называется скольжением и определяется следующим образом:

$S = (n_1 - n_2/n_1) \cdot 100 \%$, откуда $n_2 = n_1(1 - S)$, где:

S — скольжение, n_1 — скорость вращения магнитного поля статора, n_2 — скорость вращения ротора. Величина скольжения асинхронных электродвигателей — от 1 до 8 % [2].

Первое, что влияет на выбор частотного преобразователя, — сфера применения. Все преобразователи частоты осуществляют плавное регулирование скорости и снижение пусковых токов. При этом общепромышленные

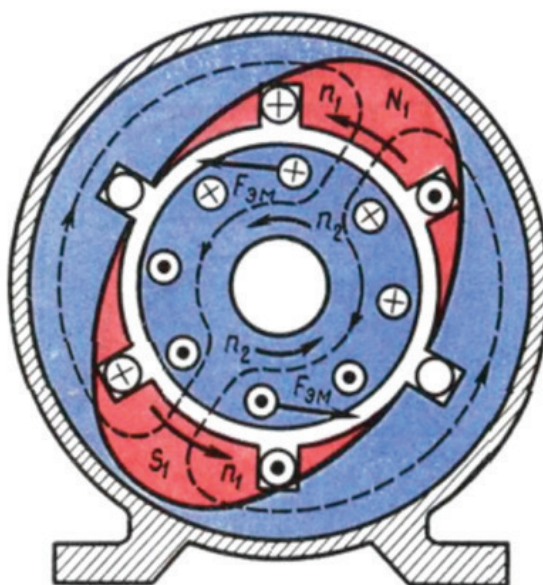


Рис. 2. Распределение электромагнитных полей в электродвигателе: $F_{ЭМ}$ — электромагнитные силы; $N1$ и $S1$ — полюсы статора; $n1$ — частота вращения магнитного поля статора; $n2$ — частота вращения магнитного поля ротора

модели имеют унифицированные возможности в зависимости от научно-технического потенциала производителя, а для решения конкретных инженерных задач разрабатывают специализированный функционал.

Характеристики преобразователя частоты и степень необходимой защиты корпуса должны соответствовать условиям эксплуатации: температуре окружающей среды, уровню влажности, высоте над уровнем моря и сейсмичности района. Важен и способ монтажа: на стену, напольное исполнение или в шкафу.

Асинхронные электродвигатели применяются повсеместно. Однако их эффективность снижается из-за отсутствия регулирования скорости и ударных нагрузок на механизмы. Пусковые токи могут превышать номинальное значение в 6–8 раз. Исправить недостатки и повлиять на производительность позволяет частотное регулирование. Чаще всего насосы, вентиляторы и компрессоры не работают на полную проектную мощность.

Частотный преобразователь с высокой точностью подстраивает скорость привода под требуемую в данный момент нагрузку: напор и расход легко контролировать за счет регулирования частоты и момента. Пусковой ток привода значительно ниже, чем у двигателя с прямым пуском или пуском по схеме «звезда — треугольник». Плавный пуск снижает пусковые токи и нагрузку на сеть, обеспе-

чивая корректную работу запорной арматуры и других устройств [3].

Правительство утвердило комплексную государственную программу «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности», согласно которой будет необходимо перейти на двигатели класса IE3 [4, 5]. Миллионы асинхронных приводов старого поколения заменить нереально, поэтому нужна альтернатива. Самое экономически целесообразное решение — применение систем с частотно-регулируемыми приводами. Система с частотно-регулируемыми приводами функционирует в автоматическом режиме, не требуя постоянного присутствия обслуживающего персонала. На АЭС отметили значительный экономический эффект за счет экономии электроэнергии и увеличения срока службы оборудования.

Основные причины использования частотно-управляемых асинхронных электроприводов:

- снижение температурных режимов работы электроприводов;
- уменьшение сечения жил кабеля, питающего электроприводную арматуру;
- снижение вероятности отказов в результате возгораний;
- возможность автоматизации управления, плавных пусков и остановов.

Литература:

1. Технический отчет ЭМТД 66–028–09Д. Результаты диагностического обследования ЭПА Нововоронежской АЭС ЭБ № 3, 4, 5. 2009. 177 с.
2. Электродвигатели асинхронные трехфазные общепромышленного назначения серий 4А, 5А, 6А, АИ габаритов 80–355. Руководство по эксплуатации. ВАКИ.520205.002 РЭ.
3. Асинхронные двигатели серии 4А : справочник. М., 1982.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.09.2023 № 1473 «Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности».
5. Правительство утвердило комплексную государственную программу «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности». — Текст : электронный // Правительство Российской Федерации : [сайт]. — URL: <http://government.ru/docs/49471/> (дата обращения: 18.05.2025).

Комплекс испытательного оборудования для испытаний материалов на изнашивание при воздействии абразива в условиях низких температур

Фетисов Антон Олегович, студент магистратуры

Научный руководитель: Грядун Сергей Семенович, кандидат технических наук, доцент
Брянский государственный технический университет

В статье авторы представляют комплекс оборудования для испытаний материалов на изнашивание абразивом в условиях низких температур.

Ключевые слова: лабораторная установка, износ, долговечность, комплекс оборудования.

Абразивное изнашивание в условиях низких температур является наиболее распространённым видом изнашивания деталей самого различного оборудования,

эксплуатируемого в северных районах страны, Сибири и Дальнего Востока. В условиях низких температур срок службы деталей машин различного назначения резко сни-

жается из-за интенсивного износа рабочих поверхностей. Это приводит к снижению основных технико-экономических показателей техники, поэтому повышение долговечности деталей машин, эксплуатируемых в условиях низких температур, является важной народно-хозяйственной задачей.

Одним из важных направлений в изучении механизмов и закономерностей изнашивания материалов в условиях низких температур является применение существующих и разработка новых методов триботехнических испытаний. Методы испытаний обеспечивают экспрессную экспериментальную оценку эффективности применения новых материалов и методов повышения долговечности быстроизнашиваемых деталей машин по показателям износостойкости.

Важнейшим условием получения достоверных данных об износостойкости материалов является обеспечение моделирования параметров процесса изнашивания в процессе испытаний. При эксплуатации оборудования в условиях низких температур можно выделить следующие схемы взаимодействия абразива с рабочими поверхностями деталей — при трении, при ударе и при ударе с последующим трением. Каждая из рассмотренных схем характеризуется своим механизмом изнашивания. При этом в зависимости от условий работы оборудования определенная схема взаимодействия является преобладающей и, следовательно, именно она должна учитываться при проведении триботехнических испытаний.

В данной работе рассмотрен комплекс триботехнических установок, позволяющий моделировать рассмотренные схемы взаимодействия абразива с рабочей поверхностью детали в условиях низких температур.

Для изучения процессов изнашивания материалов ударом по абразиву используется конструкция установки, реализующая ГОСТ 23.212-82. Метод испытаний материалов на изнашивание при ударе в условиях низких температур. [1]

Кинематическая схема испытательной установки приведена на рис. 1. Она содержит ударный механизм, привод, механизм перемещение изнашивающей ленты, систему охлаждения образца и механизм удаления продуктов изнашивания.

Ударный механизм представляет собой ударник 10, в котором закрепляется контрообразец 11 и сменные грузы 22.

Конструктивно привод установки выполнен следующим образом. От электродвигателя постоянного тока 1 (тип П11, мощность 0,7 кВт) вращения через червячный редуктор 2 передается на приводной двухручьевой шкив 3 и от него через клиноременные передачи на шкивы 4, 5. Шкив 4 неподвижно закреплён на валу 7 и вращается вместе с закреплёнными на этом же валу кулачками 8, 9. Шкив 5 может свободно вращаться на валу 6.

Подъём шпинделя 10 с установленным в нём контрообразцом 11 и грузами 22 на высоту, обусловленную геометрией кулачка, осуществляется кулачком 8.

Лента 12 перемещается периодически между ударами по образцу 13. Перемещение ленты осуществляется от кулачка 9, при вращении которого рычаг 14 и на кольце 15, обеспечивается колебательное движение последнего на станине храпового колеса 16. При этом, благодаря собачке 17 храпового механизма, установленной на кольце 15, осуществляется периодический поворот вала 6 на угол, обусловленный геометрией кулачка 9 и соотношением плеч рычага 14. Кулачки 8 и 9 установлены таким образом, что поворот вала 6 осуществляется во время подъёма шпинделя 10. При повороте вала 6 лента 12 перемещается при помощи барабана 18 и резинового прижимного ролика 19. Отработанная лента поступает на приёмную кассету 20, снабжённую специальным механизмом равномерной намотки. Противонапряжение создаётся фрикционным устройством, расположенным на одном валу с кассетой 21.

Охлаждение образцов и поддержание их заданной температуры достигается с помощью теплоизолированной камеры, во внутреннюю полость которой попадает охлаждающая среда, в качестве которой используется жидкий азот. Интенсивность и объём подачи охлаждающей среды регулируются системой автоматического поддержания температуры, управляемой сигналами, поступающими от термодпары, закрепляемой вблизи испытываемого торца образца.

Продукты изнашивания удаляются струёй охлажденного сжатого воздуха.

Для испытаний на изнашивания при ударе с трением разработана конструкция установки, которая является модернизацией ранее описанной. [2] Кинематическая схема модернизированной установки представлена на рис. 2.

Ударный механизм содержит ударник 1, в котором закреплён контрообразец 2 и сменные грузы 3.

Система управления ударным механизмом 7, содержит программное устройство, включающее и выключающее в соответствие с программой испытаний соленоид 6, который закреплён на вертикальной плите 8, перемещаемой по направляющим 9 вверх или вниз при помощи реечной передачи 10–11, управляемой шаговым электродвигателем 12 через передаточный механизм 13.

Механизм перемещения абразивной ленты обеспечивает постоянное движение ленты 5. Подающий ролик 14 перемещает абразивную ленту 5 при помощи привода, состоящего из электродвигателя постоянного тока 15, редуктора 16, клиноременной передачи, состоящей из ведущего 17 и ведомого 18 шкивов. Натяжение абразивной ленты 5 обеспечивается обрезиненным прижимным роликом 19, подающей 20 и принимающей 21 кассетой и направляющим роликом 22. Охлаждение образца достигается с помощью теплоизолированной камеры 23, идентичной камере в установке для испытаний на удар (рис. 1).

Для испытаний на изнашивание при трении при низких температурах используется установка, реализующая методику в соответствии с методическими рекомендациями МР 244–87. [3] Кинематическая схема установки

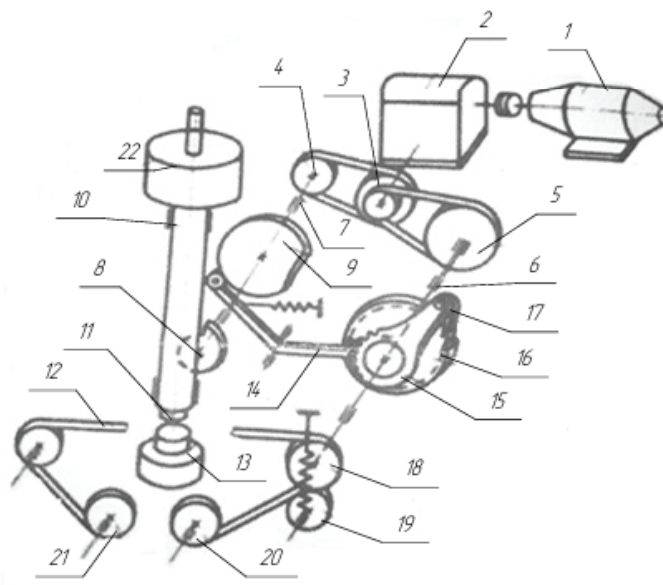


Рис. 1. Кинематическая схема привода установки для испытаний на изнашивание ударом в условиях низких температур

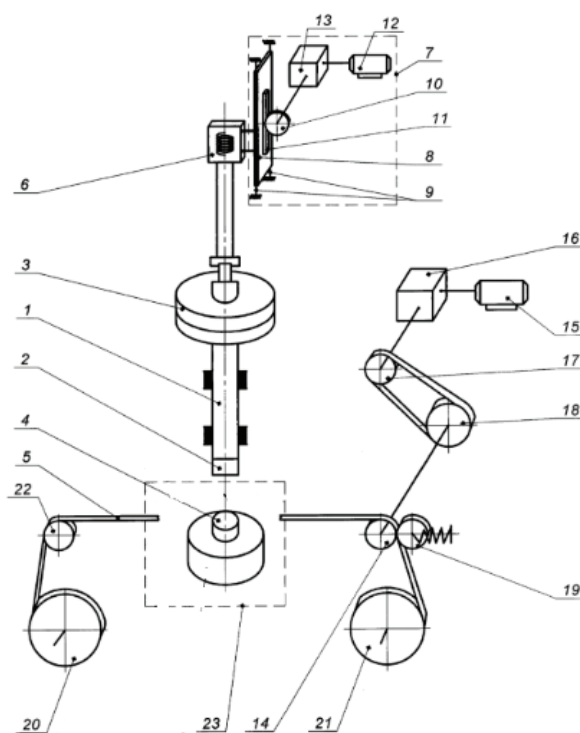


Рис. 2. Схема установки для испытаний материалов на изнашивание при ударе с трением в условиях низких температур

приведена на рис. 3. Она содержит привод, механизм нагружения и систему охлаждения образца.

Механизм нагружения содержит шпиндель 6 и сменные грузы 7. Система охлаждения включает закреплённую в шпиндель при помощи кольца 5 теплоизолированную камеру 3, во внутреннюю полость которой подается охлаждённая среда 4, в качестве которой используют пары жидкого азота. Интенсивность и объём подачи охлаждающей среды регулируют блоком автоматического поддержания температуры, управляемым сигналом, поступающим от закреплённой в образце термопары 2.

Конструктивно привод установки выполнен следующим образом. От реверсивного электродвигателя 8 вращение через редуктор 9 передаётся с помощью клиноременной передачи 10 на вал 11. На валу на скользящей шпонке установлено зубчатое колесо 12, которое входит в зацепление с зубчатым колесом 13, жестко соединённым с барабаном 14. При вращении барабан одновременно движется вдоль неподвижно закреплённого ходового винта 16. Таким образом, путь трения образца по абразивной поверхности представляет собой винтовую линию. Передвижение зубчатого колеса 12 вдоль вала по мере дви-

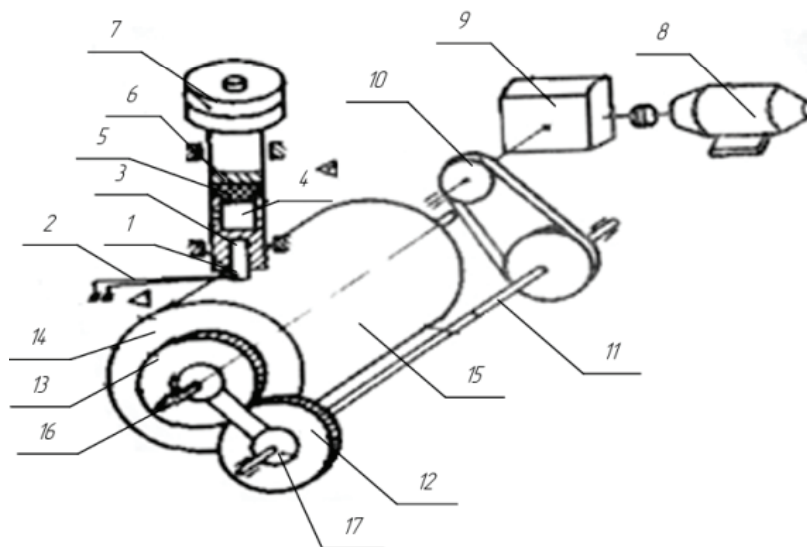


Рис. 3. Схема установки для испытаний на изнашивание трением в условиях низких температур

жения барабана осуществляется с помощью скользящих опор 17. Привод обеспечивает скольжение образца 1 по абразивной поверхности 15, закреплённой на пустотелом барабане 14.

Представленный комплекс оборудования позволяет моделировать различные схемы взаимодействия материала с абразивом в широких диапазонах варьирования параметров процесса изнашивания. [4]

Литература:

1. ГОСТ 23.212- 82 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на изнашивание при ударе в условиях низких температур. –М.: Из-во стандартов, 1982.
2. Установка для испытания материалов на абразивное изнашивание: пат.2691639 Рос. Федерация. № 2018115326 / Грядун С. С., Сиваков В. В.заявл.24.04.2018; опубл. 17.06.2019, Бюл. № 17. 9 с.
3. Обеспечение износостойкости изделий. Повышение долговечности поверхностей, изнашиваемых в условиях низких температур, методами наплавки. // МР 244–87. –М.: ВНИИНМАШ, 1987.
4. Грядун С. С., Сиваков В. В. Методические основы триботехнических испытаний рабочих органов строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. 2022. № 4. С. 11–16.

СОЦИОЛОГИЯ

Проблема социальной активности студенческой молодежи

Гарбуз Анна Александровна, студент

Научный руководитель: Благорожева Жанна Олеговна, старший преподаватель

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

В статье автор исследует проблему социальной активности студенческой молодежи. В ней представлены результаты авторского исследования, основной метод — специально разработанное анкетирование среди студенческой молодежи НИУ «БелГУ».

Ключевые слова: студенческая молодежь, социальная активность, общественная деятельность.

Актуальность проблемы заключается в том, что социальная активность в современном обществе важна для успешной социализации личности в целом. Также не стоит забывать, что активность молодых людей в социальной среде напрямую влияет на развитие общества и государства. Студенческая молодежь — это будущее нашей страны. Ее социальная активность — это яркая гражданская позиция, участие в жизни общества, это поиски новых идей и решений в экономической, политической, социальных сферах, внедрение инноваций.

По мнению Н. В. Савина, социальная активность — общественно-политическая активность, представляющую собой сложное морально-волевое качество, в котором органически сочетается интерес к общественной работе, ответственность при выполнении поручений, исполнительность и инициативность, требовательность себе и товарищам, готовность помочь другим при выполнении общественных поручений, наличие организаторских умений.

Несмотря на свою значимость, уровень социальной активности студенческой молодежи остается невысоким. Множество студентов пассивны и равнодушны. Молодые люди не стремятся проявить активность в социальной среде. На это влияет множество факторов, одни из них это возрастные особенности, а также внутренние противоречия личности. Также большое влияние оказывают внешние факторы такие как нехватка времени, недостаток информации о проводимых мероприятиях, недостаток финансовых возможностей и т. д. Все это в результате приводит к проблеме социальной активности молодых людей.

Исследование данной проблемы позволит лучше понять с какими трудностями социальной активности сталкивается студенческая молодежь, узнать какие факторы значительно мешают участвовать молодым людям в общественной жизни. Полученные результаты помогут

в разработке эффективных мер по стимулированию участия молодежи в общественной жизни, а также решению проблемы социальной активности.

Объект исследования — социальная активность.

Предмет исследования — проблема социальной активности студенческой молодежи.

Целью исследования является социологический анализ проблем социальной активности студенческой молодежи.

В целях изучения проблемы был проведен анкетный опрос среди студентов НИУ «БелГУ» в количестве 100 человек по вопросам социальной активности.

После проведения количественного исследования в рамках данной проблемы можно сделать следующие выводы:

1. Не так много студентов хотят проявлять свою социальную активность и стремиться участвовать в общественной жизни, несмотря на некоторые проблемы, с которыми они сталкиваются. Такими проблемами могут быть: отсутствие свободного времени, загруженность на учебе или работе, отсутствие информации.

На вопрос «Принимаете ли Вы сейчас участие в какой-либо общественной деятельности?» 40 % ответили положительно, примерно столько же респондентов — 38 % не принимают участие в общественной деятельности, но хотели бы начать, 22 % опрошенных отказываются принимать участие. По этим данным можно сделать такой вывод: большинству молодых людей интересна общественная деятельность, но они сталкиваются с определенными проблемами, которые их останавливают. Есть те, которым это не интересно, в нашем случае это 1/5 от числа опрошенных.

2. Уровень социальной активности в первую очередь зависит только от желания и интереса молодых людей. Если предлагаемые им мероприятия их не интересуют, то участвовать молодежи не будет. Поэтому так важно учи-



Рис. 1. «Принимаете ли Вы сейчас участие в какой-либо общественной деятельности?»

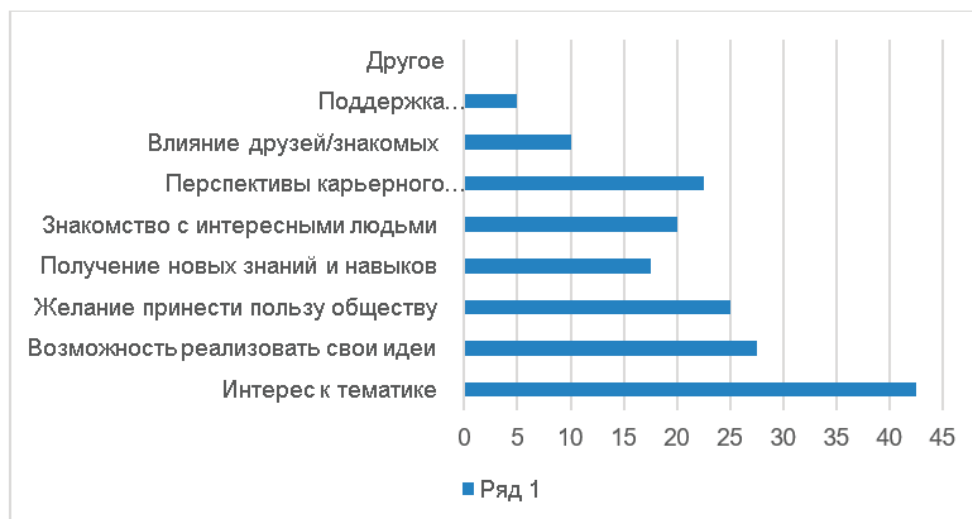


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос «Что мотивирует Вас участвовать в общественной деятельности?»

тивать интересы и предпочтения молодых людей при подготовке общественных мероприятий.

Распределение ответов респондентов на вопрос «Что мотивирует Вас участвовать в общественной деятельности?», показывает, что для большинства (42,5 %) важен интерес к тематике в первую очередь, также наиболее важным фактором является возможность реализовать свои идеи (27,5 %), также популярностью пользуются факторы желание принести пользу обществу (25 %), перспективы карьерного роста/повышения конкурентоспособности на рынке труда (22,5 %) и знакомство с новыми людьми (20 %).

3. Использование интерактивных методов обучения, а также социальных сетей для получения информации и общения способствует развитию социальной активности студентов.

Распределение ответов респондентов на вопрос «Как вы считаете, использование социальных сетей для получения информации и общения способствует повышению социальной активности студентов?» говорит о том, что студенты считают, что использование социальных сетей

для получения информации и общения способствует повышению социальной активности студентов — 67 %, лишь совсем малая часть — 4 %, считают, что социальные сети не способствуют повышению активности.

4. Большинство студентов не хотят участвовать в общественной жизни после окончания университета. Этот факт подтверждает, что уровень социальной активности молодежи в настоящее время недостаточен для полноценного развития личности и общества.

На вопрос: «Планируете ли Вы продолжать участвовать в общественной деятельности после окончания университета?» по мнению опрошенных, были получены следующие ответы:

1. Да, обязательно — 15 %
2. Скорее да, чем нет — 27 %
3. Затрудняюсь ответить — 34 %
4. Скорее нет, чем да — 6 %
5. Нет, не планирую — 18 %

Из этих данных видно, что большинство опрошенных затрудняются ответить на этот вопрос, они не знают про-



Рис. 3. Распределение ответов респондентов на вопрос «Как вы считаете, использование социальных сетей для получения информации и общения способствует повышению социальной активности студентов?»



Рис. 4. Распределение ответов респондентов на вопрос «Планируете ли Вы продолжать участвовать в общественной деятельности после окончания университета?»

должат ли участие в общественной жизни. Тех, кто не планирует даже больше чем тех, кто обязательно будет участвовать.

Развитие социальной активности студенческой молодежи имеет большое значение для будущего общества и государства, для поиска новых решений и идей. Поэтому так важно бороться с проблемами, с которыми сталкивается молодежь на пути к своей социальной активности, разрабатывать новые механизмы воздействия, и учитывать особенности.

Таким образом, основная цель исследования была достигнута — при проведении социологического анализа проблем социальной активности студенческой молодежи

были изучены и анализированы проблемы социальной активности, с которыми сталкиваются студенты НИУ «БелГУ».

В ходе исследования были подтверждены основные гипотезы исследования:

1. Студенты, которые уже имели опыт участия в общественной деятельности ранее, более склонны к социальной активности в университете.
2. Уровень социальной активности студенческой молодежи в настоящее время недостаточен для полноценного развития личности и общества.
3. Использование интерактивных методов обучения способствует развитию социальной активности студентов.

Литература:

1. Ануфриев, Е. А. Социальная активность личности / Е. А. Ануфриев [Текст] / Е. А. Ануфриев — Москва: Знание, 1969—37 с.
2. Дзялошинский И. М. Медиа и социальная активность молодежи [Текст] / Дзялошинский И. М. // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. — 2009. — № 9. — С. 59–64.

3. Социальная активность / [Электронный ресурс] // Толковые словари и энциклопедии: [сайт]. — URL: <http://www.edudic.ru/fil/1160> (дата обращения: 03.04.2025).

Мода в системе социокультурных факторов социализации молодёжи

Гордиенко Алина Евгеньевна, студент

Научный руководитель: Благорожева Жанна Олеговна, старший преподаватель

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

В статье автор исследует проблему влияния моды на процесс социализации молодёжи. В ней представлены результаты авторского исследования, основным методом которого — специально разработанное анкетирование молодёжи Белгородской области. Полученные данные позволяют выявить степень воздействия социокультурных факторов на формирование личностных качеств и социальную адаптацию молодых людей.

Ключевые слова: молодёжь, мода, социализация.

Актуальность проблемы статьи заключается в том, что мода является одним из ключевых элементов современной культуры и оказывает значительное влияние на процесс социализации молодёжи. В условиях глобализации и быстрого развития информационных технологий модные тенденции распространяются с невероятной скоростью, формируя у молодых людей определённые стандарты поведения, внешнего вида и образа жизни. По мнению Б. Д. Парыгина: «Мода — это специфическая и весьма динамичная форма стандартизированного массового поведения, возникающая преимущественно стихийно, под влиянием доминирующих в обществе настроений и быстроизменяющихся вкусов, увлечений и т. д».. Мода влияет на формирование идентичности, самооценки и социальных установок молодёжи, что делает её важным объектом исследования в контексте социокультурной среды.

Объект статьи — мода как социальное явление.

Предмет статьи — роль моды в социализации молодёжи.

Целью статьи является социологический анализ роли моды в формировании социокультурных факторов социализации молодёжи.

В целях изучения проблемы был проведен анкетный опрос среди молодёжи в возрасте от 15 до 24 лет в коли-

честве 100 человек по вопросам роли моды в процессе социализации молодёжи.

Распределение респондентов по полу показывает, что преобладает молодёжь женского пола, не соответствующая проценту выборки (см. рис. 1).

Мы видим одинаковую долю респондентов, ответивших на вопрос таким образом: «Да, мода может стать поводом для общения и сближения людей» (31 %) и «В некоторых случаях, но не является главным фактором» (31 %). Эти группы подтверждают, что мода оказывает влияние на межличностные отношения, но различия во взглядах остаются очевидными. Доля респондентов, ответивших на вопрос фразой «Нет, межличностные отношения строятся на других факторах» уверены, что мода не влияет на взаимоотношения среди сверстников (20 %). Самая маленькая доля респондентов затрудняется ответить на данный вопрос (18 %) (см. рис. 2).

Почти четверть опрошенных отметила, что мода является практически главной темой для общения (27 %). Они проявляют повышенный интерес к модным тенденциям, обмениваясь своими знаниями и мнениями. Периодически затрагивают тему моды около одной пятой респондентов (21 %). Модные тренды играют второстепенную

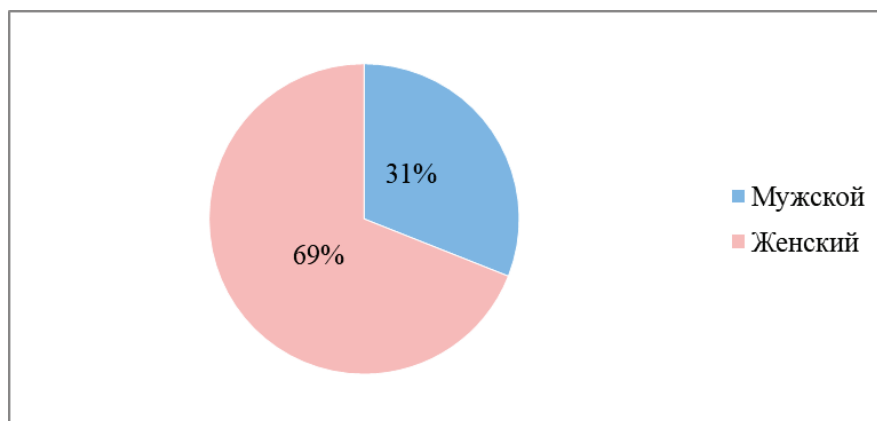


Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос: «Укажите Ваш пол»

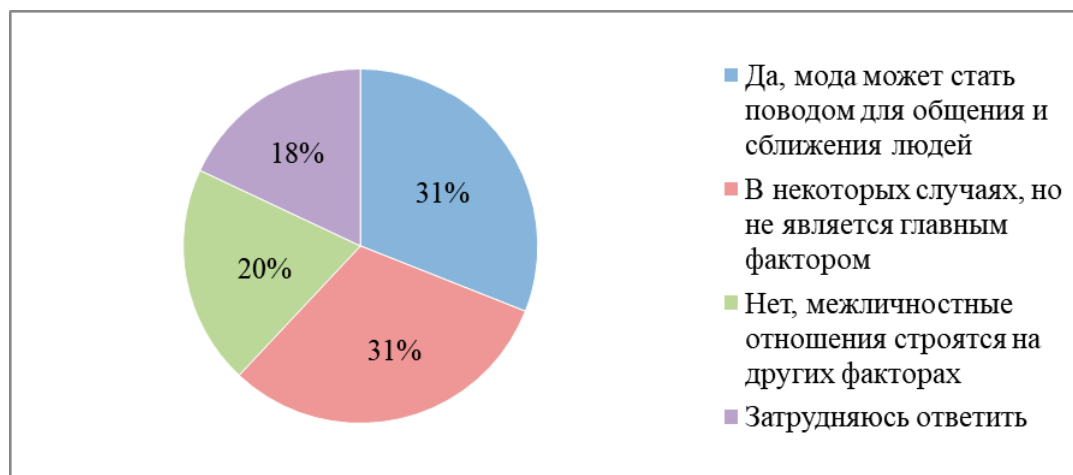


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос: «Как Вы думаете, способна ли мода влиять на межличностные отношения внутри молодёжных групп?»

роль во взаимоотношениях. Более трети респондентов почти не включают тему моды в своё общение с другими людьми (39 %). Самая маленькая доля опрошенных вообще не разговаривает о моде (13 %) (см. рис. 3).

Большая часть опрошенных считает, что мода оказывает некоторое влияние на их жизнь, но в большей степени важен комфорт и самоощущение (38 %). Значительное число респондентов рассматривает моду как важный аспект своей жизни, средство выражения индивидуальности (36 %). Около четверти отвечающих отметили, что их повседневная жизнь не связана с модой (26 %) (см. рис. 4).

Таким образом было проведено исследование моды в системе социокультурных факторов социализации молодёжи. В ходе исследования были подтверждены основные гипотезы:

- мода играет важную роль в процессе социализации молодых людей;
- семья, образование, друзья тесно связаны с другими социокультурными факторами, помогая человеку социализироваться;
- мода выступает инструментом социальной дифференциации и интеграции, так как молодёжь может принимать или отторгать различные стили, так же молодые

люди показывают свою идентичность путём выбора того или иного модного тренда.

Заключение

Мода является важным элементом системы социокультурных факторов, влияющих на процесс социализации молодёжи. Исследование показало, что именно молодёжная мода выступает инструментом формирования идентичности, самоопределения и интеграции молодых людей в общество. Она отражает социальные изменения, культурные обычаи и потребности разных социальных групп.

Модные тренды и предпочтения помогают молодёжи устанавливать связи, находить друзей и формировать мировоззрение. Нельзя не отметить, что мода так же служит каналом передачи ценностей, норм поведения и культурных образцов старших и младших поколений.

После проведения количественного исследования в рамках данной проблемы можно сделать следующие выводы:

- 1) Мода является важным элементом культуры, оказывающим значительное влияние на поведение, самоидентификацию и взаимодействие молодых людей.

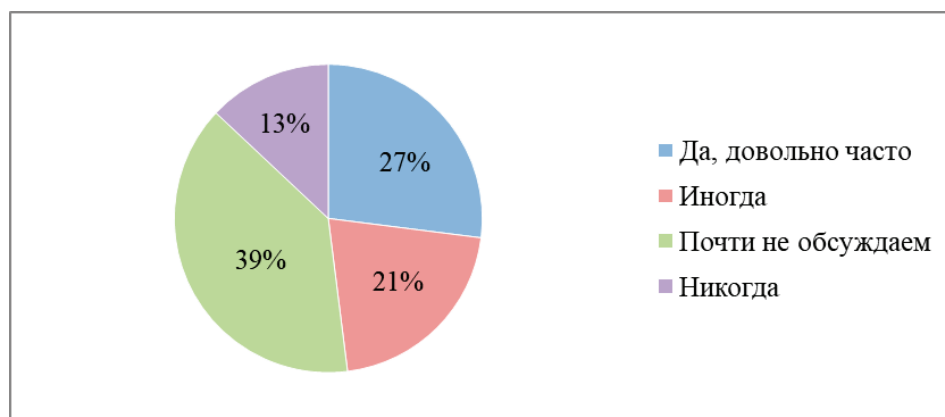


Рис. 3. Распределение ответов респондентов на вопрос: «Часто ли Вы обсуждаете моду со своими знакомыми и друзьями?»

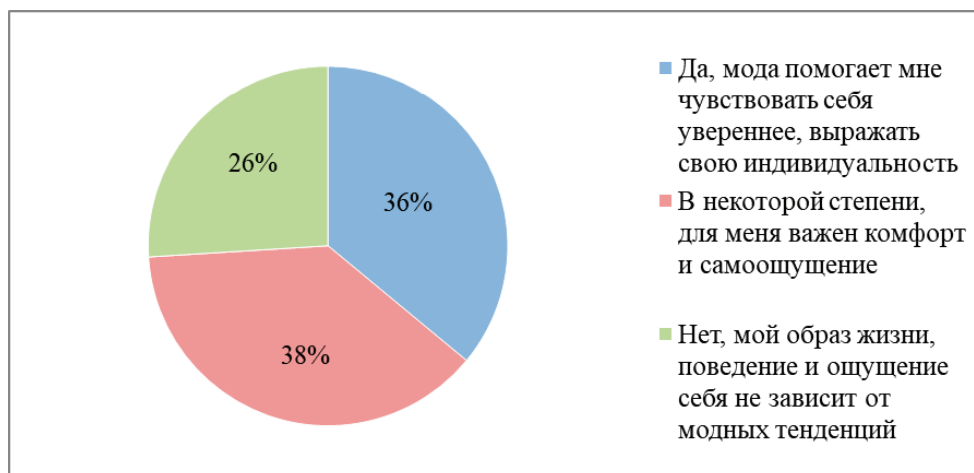


Рис. 4. Распределение ответов респондентов на вопрос: «Влияет ли мода на Ваше восприятие себя и окружающих?»

2) Молодёжь воспринимает моду как способ самовыражения, формирования собственной идентичности и принадлежности к определённой социальной группе.

3) Семья и образовательные учреждения играют одну из самых важных ролей в формировании отношения молодёжи к моде.

4) Несмотря на позитивное воздействие, чрезмерное увлечение модой может привести к негативным последствиям: зависимости от общественного мнения, снижению критического мышления, зависимости от трендов и формировании ложных идеалов красоты и успеха.

Литература:

1. Парыгин, Б. Д. Анатомия общения: Учебное пособие [Текст] / Б. Д. Парыгин — 46-е изд. — Санкт-Петербург: Изд-во Михайлова В. А., 1999—300 с.
2. Толстых В. И. Мода как социальный феномен / Толстых В. И. [Электронный ресурс] // Внешний облик человека: [сайт]. — URL: <http://vneshnii-oblik.ru/socialnyyi-fenomen.html> (дата обращения: 03.02.2025).
3. Мид М. Культура и мир детства [Текст] / Мид М. — 11-е изд. — Москва: Наука, 2013—134 с.

Предпринимательская активность молодёжи

Тарасова Елизавета Романовна, студент

Научный руководитель: Чернышева Елена Анатольевна, старший преподаватель
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Статья рассматривает анализ роста предпринимательской активности среди молодых людей в условиях современного общества. Рассматриваются ключевые факторы, способствующие этому явлению, такие как доступность технологий и информации, образовательные инициативы и развитие социальных программ поддержки молодых предпринимателей. В статье также освещаются вызовы, с которыми сталкивается молодёжь, включая недостаток опыта и финансовых ресурсов. Особое внимание уделяется социальной ответственности молодежного предпринимательства и его влиянию на устойчивое развитие общества.

Ключевые слова: предпринимательство, молодёжь, инновации, прогресс.

Entrepreneurial activity of youth

Tarasova Elizaveta Romanovna, student

Scientific advisor: Chernysheva Elena Anatolyevna, senior teacher
Belgorod State National Research University

The article is devoted to the analysis of the growth of entrepreneurial activity among young people in modern society. The key factors contributing to this phenomenon are considered, such as the availability of technology and information, educational initiatives and the development of social programs to support young entrepreneurs. The article also highlights the challenges faced by young people,

including a lack of experience and financial resources. Special attention is paid to the social responsibility of youth entrepreneurship and its impact on the sustainable development of society.

Keywords: *entrepreneurship, youth, innovation, progress.*

Предпринимательская активность молодежи является одним из ключевых факторов экономического роста и инновационного развития общества. В условиях быстро меняющегося мира, где технологии развиваются с каждым днем, способность молодежи инициировать и реализовывать собственные бизнес-идеи становится важной как для них самих, так и для экономики страны в целом. Мнение молодежи о предпринимательстве определяет направление изменений в государственной социально-экономической политике страны и регионов. Результаты маркетинговых исследований отражают взгляды молодежи на будущее экономики и социальной сферы. Изменение ценностей и поведения молодежи в предпринимательской сфере может привести к возникновению новых проблем и рисков в условиях изменяющейся социально-экономической ситуации. Поэтому важно выявить отношение и установки молодежи к экономическому благополучию и перспективам реализации экономического поведения в новых условиях.

Предпринимательская активность молодежи является важным аспектом современного общества, способствующим экономическому развитию и прогрессу. В условиях глобализации и технологического прогресса молодежь предоставляет новые идеи, подходы и решения, что стимулирует создание новых рабочих мест и усиливает конкурентоспособность страны. Одной из ключевых причин повышения предпринимательской активности молодежи является доступность информации и технологий. Современные технологии, включая интернет и социальные сети, обеспечивают молодежи возможность находить актуальные знания, обмениваться опытом и налаживать профессиональные контакты. Это создает базу для создания новых бизнесов и стартапов. Например, многие молодые предприниматели используют платформы для краудфандинга, что позволяет им получать финансирование для своих идей без необходимости прибегать к традиционным банковским кредитам.

Однако, несмотря на преимущества, молодежь сталкивается и с рядом вызовов. Недостаток опыта и знаний в управлении бизнесом, нехватка стартового капитала и отсутствие поддержки со стороны более опытных предпринимателей могут существенно затруднить процесс создания и ведения бизнеса. Тем не менее, существует множество программ и инициатив, направленных на поддержку молодых предпринимателей: бизнес-инкубаторы, акселераторы и менторские программы, которые помогают им преодолевать эти преграды.

Предпринимательская активность молодежи также способствует социальным изменениям. Молодые люди все чаще стремятся создать социально ответственный бизнес, который не только приносит прибыль, но и решает актуальные проблемы общества. Они охотно участвуют в благотворительных инициативах и социальных проектах, что

подтверждает их приверженность идеям устойчивого развития и улучшения качества жизни.

Важным аспектом предпринимательской активности является образование. Современные образовательные учреждения все чаще внедряют курсы по предпринимательству, где студенты получают необходимые навыки и знания для начала собственного дела. Это создает фундамент для формирования нового поколения предпринимателей, готовых к вызовам современности и способных адаптироваться к rapidly changing market conditions.

Существует множество успешных примеров молодежного предпринимательства, которые вдохновляют последующие поколения:

1. Ксения Выдрина — «Happy Paws»

Ксения запустила бизнес по производству натуральных кормов для домашних животных. Она уделяет внимание качеству и источникам ингредиентов, что сделало ее бренд популярным среди заботливых владельцев животных.

2. Сергей Бнежко — «Bee-Tek»

Сергей разработал инновационные технологии для пчеловодства, внедрив автоматизацию процессов ухода за пчелами. Его проект получил поддержку на различных стартап-мероприятиях и привлек инвестиции.

3. Ксения Собчак

Молодая предпринимательница в сфере медиа, которая успешно реализует свои бизнес-идеи в рамках развлекательной индустрии.

Уменьшение количества людей в России в период с 2023 по 2024 год при одновременном сокращении доли трудоспособной молодежи приводит к увеличению демографической нагрузки, несмотря на то, что старение населения является глобальной тенденцией. Таким образом, с одной стороны, демографические факторы (сокращение доли молодежи в общей численности населения РФ) влияют на социально-экономическую ситуацию в стране и регионах, а с другой стороны, социально-экономические процессы оказывают прямое влияние на демографические факторы.

Главная цель социально-экономической политики — улучшение жизни всех людей, но особое внимание уделяется молодежи, что часто обсуждается и изучается в социологических исследованиях. Когда идеология страны ориентирована на молодежь и будущие поколения, это способствует развитию общества и достижению нового уровня социально-экономического прогресса, где молодежное предпринимательство играет важную роль.

Предпринимательская активность молодежи имеет огромное значение для развития экономики и общества в целом. Поддержка молодых предпринимателей через образовательные программы, доступ к финансированию и создание условий для сетевого взаимодействия может

Таблица 1. Динамика распределения индивидуальных предпринимателей по возрасту [1]

Показатели	2022 г.		2023 г.		2024 г.		Темпы роста, % 2020г. к 2019г.	Темпы роста, % 2021г. к 2020г.
	Число инд. предпринимателей	% к итогу	Число инд. предпринимателей	% к итогу	Число инд. предпринимателей	% к итогу		
Всего, тыс. человек	3631	100,0	3571	100,0	3687	100,0	98,6	103,2
в т. ч. в возрасте от 18 до 34 лет	1048	29,0	1030	28,8	1041	28,2	98,2	101,1
из них до 20 лет	29	0,8	29	0,8	30	0,8	96,6	107,1
20–24 года	148	3,8	130	3,6	135	3,7	94,2	103,8
25–29 лет	373	10,3	350	9,8	330	8,9	94,3	94,3
30–34 года	513	14,3	523	14,6	517	14,8	102,2	101,0

значительно повысить уровень их активности. Преодолевая вызовы и используя существующие возможности, молодежь может стать движущей силой инновационного развития и социального прогресса. С каждым годом появляется все больше молодых людей, готовых брать на себя ответственность за свои идеи и проекты. Поддержка со сто-

роны государства, образовательных учреждений и общества в целом может значительно повысить этот потенциал, позволяя молодежи реализовывать свои мечты и вносить свой вклад в будущее. В конечном счете, активное предпринимательство молодежи ведет к инновациям, улучшению качества жизни и процветанию общества в целом.

Литература:

1. РОССТАТ «Малое и среднее предпринимательство в России. Официальное издание». 2025
2. Позняков В. П. Предпринимательство как ценность и ценности российских предпринимателей // Россия в глобализирующемся мире: мировоззренческие и социокультурные аспекты. — М.: Наука, 2012. — С. 513–528. 1
3. Кох И. А. Отношение студенческой молодежи к предпринимательской деятельности // Дискуссия. — 2019. — Вып. 96. — С. 6–17. 1
4. Хасанова Г. Ф. Анализ развития малого и среднего предпринимательства в РФ // Научное сообщество студентов XXI столетия. — 2016. — № 2 (39). — С. 166–168. 1
5. Ильиных С. А. Молодёжное предпринимательство: эндогенные и экзогенные факторы // Идеи и идеалы. — 2015. — Т. 2. — № 4 (27). — С. 87–95. 1
6. Чепуренко А. Ю. Роль обучения в активизации предпринимательского потенциала российского общества. — М.: Московский фин.-пром. ун-тет «Синергия», 2014. — 282 с.
7. Боднар Э. Л., Долгих Д. А. Молодёжное предпринимательство: определение, трудности и перспективы развития // Психологическая теория и практика — управлению: сб. науч. трудов. — Екатеринбург: Уральский ин-т управления — филиал РАНХиГС, 2015. — С. 138–144.

Виртуальные знакомства как способ коммуникации

Тарасова Елизавета Романовна, студент

Научный руководитель: Благорожева Жанна Олеговна, старший преподаватель

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

В данной статье рассматривается отношение студенческой молодежи к виртуальным знакомствам, изучаются причины их популярности и проводится оценка влияния онлайн-знакомств на социальные взаимодействия и личностное развитие.

Ключевые слова: виртуальные знакомства, коммуникация, онлайн-знакомства.

Virtual dating as a way of communication

Tarasova Elizaveta Romanovna, student

Scientific advisor: Blagorozheva Zhanna Olegovna, senior teacher

Belgorod State National Research University

This article examines the attitude of students to virtual dating, examines the reasons for their popularity, and evaluates the impact of online dating on social interactions and personal development.

Keywords: virtual dating, communication, online dating.

Виртуальная коммуникация — это активно изучаемая область, охватывающая широкий круг тем, от влияния цифровых технологий на отношения между людьми до формирования онлайн-сообществ и особенностей общения между представителями разных культур в интернете.

Современные технологии и социальные сети значительно расширяют возможности коммуникации, делая её более разнообразной и доступной. Виртуальные знакомства помогают людям бороться с одиночеством, находить новых друзей и строить деловые и личные отношения. В то же время, необходимо помнить о важности честности и уважения к собеседнику.

Преимущества виртуальных знакомств очевидны: они позволяют людям из разных уголков мира взаимодействовать без ограничения расстояний и временных рамок. Благодаря текстовым чатам, видеозвонкам и форумам, можно легко познакомиться с интересными людьми, обсудить общие интересы и найти единомышленников. Однако, у виртуальных знакомств есть и свои минусы. Иногда возникает риск недопонимания из-за отсутствия невербальных сигналов, а также существует опасность столкнуться с мошенниками или недобросовестными участниками. Поэтому важно в процессе общения соблюдать меры предосторожности и сохранять личные границы.

Да и в целом, виртуальные знакомства — это эффективный и актуальный способ коммуникации, который в будущем, вероятно, будет играть ещё большую роль в нашей жизни, дополняя и дополняясь традиционными способами обмена информацией и опытом.

В целях изучения данной проблемы был проведен анкетный опрос среди студентов НИУ «БелГУ» Института общественных наук и массовых коммуникаций в количестве 100 человека по вопросам виртуальных знакомств среди студентов.

Рассмотрим результаты, полученные в ходе проведения исследования. Было выявлено, что у большинства респондентов имеется опыт виртуальных знакомств (78 %

респондентов), у 15 % опыт и желание знакомиться в сети отсутствует, а 7 % респондентов не имеют опыта интернет-знакомств, но присутствует желание. (см. Диаграмму на рис. 1)

Благодаря вопросу «Каковы Ваши цели в виртуальном знакомстве?» удалось выяснить, что у 61 % процента опрошенных основная цель знакомства простое общение и желание развеяться, 47 % респондентов желают найти друга, в то время как цель 46 % респондентов хотят расширить кругозор и познавать что-то новое, 18 % хотят обзавестись романтическими отношениями. Исходя из этого можно сделать вывод, что в основном молодые люди хотят развеяться и пообщаться с новыми людьми.

По результатам ответов на вопрос «Как Вы относитесь к встречам в реальной жизни с людьми, с которыми Вы познакомились онлайн?» большинство опрошенных ответили, что немного переживают, но при этом готовы к встрече (42,5 %), 33,8 % опрошенных готовы к встрече, у 16,2 % респондентов не было опыта встреч с виртуальными знакомыми в реальной жизни, оставшиеся 7,5 % респондентов предпочитают и дальше оставаться только в онлайн.

При проведении исследования также было выяснено, что при онлайн-знакомствах большую роль играет человеческие качества собеседника. Студентам, для которых честность и открытость превыше всего, также отмечают важность чувства юмора у оппонента. Такого же мнения и студенты, для которых важны увлекательные беседы. Для студентов, которым важно интересное общение отдают предпочтение честности и умению слушать.

Благодаря вопросу «Что может заставить Вас потерять интерес к общению?» удалось выяснить, что 46,5 % респондентов теряют интерес к общению из-за игнорирования сообщений собеседником, 31,3 % становятся равнодушными из-за отсутствия общих интересов, 16,2 % впоследствии прекращают общение из-за различных ценностей, оставшиеся проценты респондентов отметили, как причины плохое отношение, проявление неуважения, отсутствие связи и неподходящие человеческие качества.

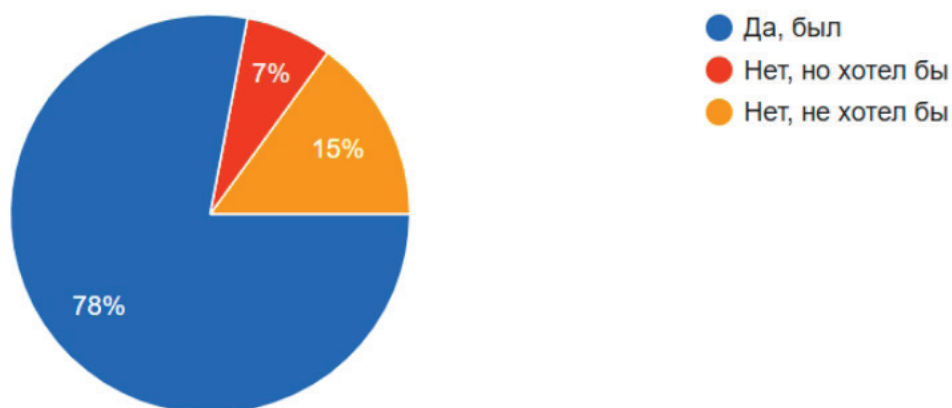


Рис. 1

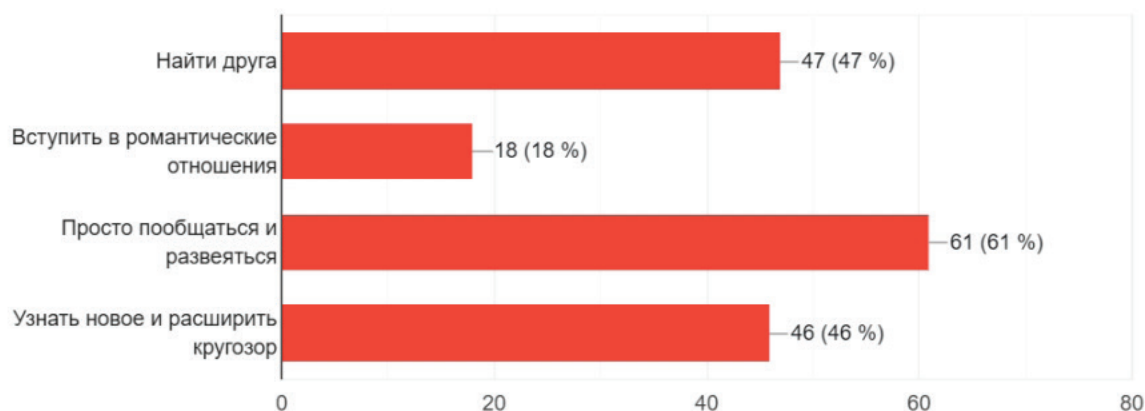


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

После проведения количественного исследования в рамках данной проблемы можно сделать следующие выводы:

1. В ходе исследования было установлено, что виртуальные знакомства среди студентов становятся всё более популярными. Это объясняется удобством и доступностью онлайн-платформ, а также изменениями в образе жизни молодежи, которая все чаще использует технологии для общения.

2. Расширение социальных связей: Виртуальные знакомства способствуют расширению круга общения студентов. Они позволяют находить единомышленников и устанавливать связи с людьми, которые могут нахо-

диться как в пределах одного университета, так и за его пределами. Это создает возможности для получения новых знаний и разнообразного культурного обмена.

3. Виртуальные знакомства предлагают альтернативу традиционным формам общения, что позволяет студентам взаимодействовать в более непринужденной обстановке. Онлайн-коммуникация снижает давление, иногда связанное с общением лицом к лицу, что может способствовать более открытому обмену мыслями и чувствами.

4. В условиях постоянного технологического прогресса виртуальные знакомства, вероятно, будут продолжать эволюционировать, внедряя новые возможности для

взаимодействия. Это может включать в себя использование виртуальной реальности и других инновационных

технологий, что открывает новые горизонты для студентов в сфере общения.

Литература:

1. Е. А. Бугреева. Эффективность вербального и невербального поведения в онлайн-коммуникации периода «новой нормальности» 2021.
2. Ю. В. Крылова «Семантика эмодзи в виртуальном диалоге».
3. Смагина Е. С. Невербальные способы воздейственности в интернет-коммуникации (2017).
4. Дюркгейм Э. О разделении общественного труда (1893).
5. Шарков Ф. И. Основы теории коммуникации: учебник. М.: 2004. С. 5.
6. Конечная В. П. Социология коммуникаций: учебник. М.: Международный университет бизнеса и управления, 1997. С. 3.
7. Голуб О. Ю. Теория коммуникации: учебное пособие/ Голуб О. Ю., Тихонова С. В. — М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2016. — 38 с

Профессиональная идентичность педагогических кадров в системе общего образования как объект социологического исследования

Федоров Георгий Алексеевич, аспирант

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (г. Москва)

Профессиональная идентичность педагогических кадров выступает индикатором готовности работника продолжать свою трудовую деятельность. Высокий уровень профессиональной идентичности позволяет поддерживать мотивацию педагога к дальнейшему развитию своих профессиональных компетенций. Одновременно с этим в научной литературе не представлен единый универсальный подход к измерению и управлению профессиональной идентичностью педагогических кадров системы общего образования Российской Федерации. Изменения социальных статусов и принципов взаимодействия на основе профессиональной идентичности педагога рассматриваются как следствия управленческих мер, корректировка которых является потенциальным решением по сокращению дефицита педагогических кадров в системе общего образования Российской Федерации.

Ключевые слова: профессиональная идентичность, педагогические кадры, профессионализация, система образования.

Система общего образования Российской Федерации является сложной многокомпонентной структурой, обеспечивающей устойчивое развитие страны. Педагогические кадры в системе образования являются ключевым элементом, позволяющим поддерживать существующие системы, внедрять инновации, достигать главной цели — обучение и воспитание контингента.

Несмотря на пристальное внимание со стороны органов государственной власти и обширные меры поддержки процессов развития человеческого капитала в системе образования, вопрос привлечения и удержания педагогов остается актуальным. Национальные цели Российской Федерации, установленные Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024г № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [1], а также Национальные проекты развития Российской Федерации подразумевают ряд инструментов, применимых к развитию кадрового потенциала системы общего образования Российской Федерации [2].

Одновременно с этим Министр просвещения Российской Федерации С. С. Кравцов 5 марта в рамках правительственного часа сообщил о замещающей кадровой потребности в педагогических кадрах в 96 тысяч специалистов [3]. Острую нехватку предметных специалистов и отдельные аспекты распространения данной проблемной ситуации обозначает уполномоченный по правам человека Татьяна Москалькова в рамках пленарного заседания в Государственной думе Российской Федерации 26 февраля 2026 года [4].

Основными причинами отсутствия интереса к трудоустройству в общеобразовательные организации педагоги называют низкую заработную плату и финансовую неудовлетворенность, высокую нагрузку и бюрократизацию, низкий престиж профессии.

Согласно данным Росстата от 2030 года, средняя заработная плата педагогических кадров остается низкой, во некоторых случаях её размер не достигает средней заработной платы по региону [5]. Согласно мониторингу, проведенному НИУ ВШЭ в 2022 году, 68 % учителей указы-

вают на нехватку заработной платы для удовлетворения базовых потребностей, около 40 % времени педагогические кадры тратят на непрофильную отчетность [6]. Согласно опросу общероссийского национального фронта, проведенного в 2021 году, зарплаты учителей в сельских школах примерно на 30–40 % ниже городских [7].

Отдельным аспектом выступает профессиональное выгорание, которое, согласно исследованию УрФУ, наступает у педагогов намного быстрее представителей других специальностей [8]. Согласно данным Министерства просвещения Российской Федерации, около 10–15 % учителей уходят из профессии в первые 5 лет работы [9]. По данным НИУ ВШЭ и РАНХиГС, среди педагогов со стажем более 10 лет уровень эмоционального выгорания достигает 65 % [10].

Значительная часть выявленных аналитическими центрами затруднений связана с факторами, накладывающие значительные ограничения на развитие человеческого капитала общего образования, что является социологической категорией. Более того, результатами распространения выявленных дисфункций также становятся изменения социально-общественного уклада и интеракции индивидов.

Одновременно с этим остается вопрос взаимосвязи профессиональной идентичности педагога и его приверженности профессии, а также мотивации продолжать работать и развивать свои профессиональные компетенции.

В большинстве накопленных исследований профессиональная идентичность рассматривается авторами как инструмент управления образовательным процессом, а также как фактор развития кадрового потенциала организации. В трудах выдающихся социологов профессиональная идентичность часто рассматривается как результат процесса профессиональной социализации работника. Однако в рамках данного исследования профессиональная идентичность рассматривается как потенциальный инструмент управления кадровым потенциалом системы образования.

Исходя из анализа трудов отечественных и зарубежных исследователей, профессиональная идентичность — это сложный, динамический, социально-психологический конструкт, отражающий осознание человеком своей принадлежности к определенной профессиональной группе, а также принятие её норм, ценностей, ролей и моделей поведения.

Профессиональная идентичность педагогических кадров согласно ряду исследований зарубежных коллег включает в себя три компонента — непосредственно компетентность в профессиональной деятельности и установка на постоянное её развитие; умение выстраивать коммуникацию, эффективно взаимодействовать со всеми субъектами образовательного процесса; умение интегрироваться в профессиональное сообщество, принимая общие принципы работы, а также направляя свою деятельность на их развитие и совершенствование.

Иными словами, профессиональная идентичность состоит из когнитивного компонента, подразумеваю-

щего глубокие знания о профессии, требованиях к деятельности и её специфике, аффективного компонента, подразумевающего эмоциональные состояния и коммуникации, а также поведенческого компонента, подразумевающего формы и направления деятельности в рамках установленных стандартов.

Описание отдельных аспектов формирования профессиональной идентичности встречается в трудах выдающихся социологов. Э. Эриксон в труде «Идентичность: юность и кризис» представляет базовую концепцию идентичности с точки зрения [11]. И. Гофман в работе «Представление себя другим в повседневной жизни» представляет интеракционный взгляд на идентичность [12]. Функционалистический подход к профессиям и социологический анализ профессиональных ролей представлены в работах Т. Парсонса и Э. Дюркгейма соответственно [13].

Принимая во внимание положения, представленные в трудах выдающихся отечественных и зарубежных психологов, профессиональная идентичность представляется явлением, которому свойственно постоянное развитие, сопровождающееся личностным ростом и изменениями социально-психологического портрета человека. Вместе с тем Э. Гофман в рамках концепции «театрального представления личности» полагает, что индивид воспринимается обществом в зависимости от своего поведения и ролей, исполняемых в различных ситуациях, и ожидает признания и одобрения окружающих [14]. Талкотт Парсонс также исследовал связь между статусом и профессиональной идентичностью, отмечая, что приобретение каждого положения автоматически предполагает получение определенных выгод и привилегий, связанных с данным положением [15].

Таким образом теоретические основания для соотношения явлений профессиональной идентичности, развития, статуса и успешности представлены в работах представителей сразу нескольких социологических школ и нескольких научных дисциплинах.

В этой связи профессиональная идентичность педагогического работника выступает не только результатом его профессиональной социализации и инструментов ведения профессиональной деятельности, но и многокомпонентным явлением, представляющим собой набор характеристик и взаимоотношений, управление и воздействие на которые неизменно будет приводить к изменению его поведения.

С учетом психологических аспектов, а также социологических подходов к рассмотрению явления формирования профессиональной идентичности большая часть распространенных затруднений, с которыми сталкиваются педагоги в рамках своей профессиональной деятельности являются не только личным отношением к, например, заработной плате или признанию, получаемыми в качестве вознаграждения за осуществляемую работу, но и конфликтом между профессиональной идентичностью, соответствующим профессиональным статусом и дивизи-

дендами, получаемыми со стороны общества в ответ на осуществленные усилия.

В этой связи важно отметить актуальность разработки, масштабирования и внедрения социальных технологий, способствующих развитию профессиональной идентичности педагогических кадров. Отсутствие еди-

ного подхода в социальных науках к измерению профессиональной идентичности, управлению влияющими на него процессами основывает необходимость разработки соответствующих механизмов, а также концептуализации и операционализации данных понятий для дальнейшей проработки.

Литература:

1. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 13.05.2025).
2. Национальные проекты России [Электронный ресурс]. — URL: <https://национальныепроекты.рф/> (дата обращения: 13.05.2025).
3. РБК. Новости общества от 5 марта 2025 года // РБК: [сайт]. — Электрон. дан. — Москва, 2025. — URL: <https://www.rbc.ru/society/05/03/2025/67c83a1a9a7947841944c317> (13.05.2025).
4. Парламентская газета. Москалькова заявила о дефиците школьных учителей по базовым предметам // Парламентская газета: [сайт]. — Электрон. дан. — Москва, 2023. — URL: <https://www.pnp.ru/social/moskalkova-zayavila-o-deficite-shkolnykh-uchiteley-po-bazovym-predmetam.html> (13/05/2025).
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по г. Москве (Мосгорстат) [Электронный ресурс]. — URL: <https://77.rosstat.gov.ru/folder/64507?print=1> (дата обращения: 13.05.2025).
6. Информационный бюллетень № 9 (2021) [Электронный ресурс] // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». — 2021. — 24 ноября. — URL: https://www.hse.ru/data/2021/11/24/1448338190/ib_9_2021.pdf (дата обращения: 14.05.2025).
7. Российские учителя пожаловались на зарплаты // Rambler News [Электронный ресурс]. — URL: <https://news.rambler.ru/sociology/40710879-rossiyskie-uchitelya-pozhalovalis-na-zarplaty/> (дата обращения: 14.05.2025).
8. Дьячкова М. А. Профессиональное выгорание педагогов и способы его профилактики / М. А. Дьячкова, Е. А. Шулепова // Вопросы образования: история, теория, практика: Сборник научных статей. В 2-х частях / науч. ред. М. А. Дьячкова, отв. ред. О. Н. Томюк. — Екатеринбург: [УрГПУ], 2016. — Ч. 1. — С. 92–95.
9. До половины всех начинающих педагогов увольняются из школы в первые пять лет // Парламентская газета [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.pnp.ru/social/do-pолоviny-vsekh-nachinayushhikh-pedagogov-uvolnyayutsya-iz-shkoly-v-pervye-pyat-let.html> (дата обращения: 14.05.2025).
10. Исследование: более 75 % учителей в России испытывают симптомы профессионального выгорания // Педсовет [Электронный ресурс]. — URL: <https://pedsovet.org/article/issledovanie-bolee-75-procentov-ucitelej-v-rossii-ispytyvaut-simptomy-professionalnogo-vygorania> (дата обращения: 14.05.2025).
11. Социальная психология и общество [Электронный ресурс]. — 2013. URL: https://psyjournals.ru/journals/sps/archive/2013_n2/sps_2013_n2_60986.pdf (дата обращения: 14.05.2025).
12. Гофман И. Представление себя другим в повседневной жизни [Электронный ресурс] // Socioline.ru. — URL: <https://socioline.ru/pages/irving-gofman-predstavlenie-sebya-drugim-v-povsednevnoj-zhizni> (дата обращения: 14.05.2025).
13. Функциональный подход к исследованию социального порядка в истории социологии: Э. Дюркгейм, Т. Парсонс // КиберЛенинка [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnyy-podhod-k-issledovaniyu-sotsialnogo-poryadka-v-istorii-sotsiologii-e-dyurkgeym-t-parsons> (дата обращения: 14.05.2025).
14. ПостНаука. — URL: <https://postnauka.org/video/48621> (дата обращения: 14.05.2025).
15. Профессиональная идентичность как предмет психологических исследований [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-identichnost-kak-predmet-psihologicheskikh-issledovaniy> (дата обращения: 14.05.2025).

Проблемы адаптации приезжих студентов

Чернова Карина Сергеевна, студент

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

В статье рассматриваются проблемы адаптации приезжих студентов как объект социологического исследования. Особое внимание уделено выявлению проблем адаптации у приезжих студентов и методам их решения. Проанализи-

рованы основные факторы, влияющие на процесс адаптации приезжих студентов. Работа подчеркивает значимость адаптации приезжих студентов к новой среде и окружающему социуму.

Ключевые слова: адаптация, проблемы адаптации, глобализация, интеграция, приезжие студенты, культурные барьеры, академическая среда, академическая мобильность, программа обмена, культурные барьеры.

Введение

В условиях глобализации и активного развития международных образовательных программ проблема адаптации приезжих студентов приобретает особую значимость. Ежегодно тысячи молодых людей покидают родные регионы и страны, стремясь получить качественное образование, обогатить свой профессиональный и культурный опыт. Однако процесс интеграции в новую социально-культурную и академическую среду сопряжён с рядом серьёзных трудностей. Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами. Рост академической мобильности, расширение программ обмена и увеличение числа иностранных студентов в вузах делают проблему адаптации массовой, неспособность преодолеть культурные барьеры, языковые сложности, социальную изоляцию или стресс, вызванный сменой окружения, нередко приводит к дезадаптации, что выражается в снижении успеваемости, эмоциональном выгорании и даже отчислении. Исследование данной проблемы позволит лучше понять, с какими трудностями сталкиваются приезжие студенты в процессе адаптации в Белгородском регионе, а также определить, как студенты ощущают себя в новой социокультурной среде.

Предмет исследования — проблемы адаптации приезжих студентов в регионе.

Целью исследования является социологический анализ проблем адаптации приезжих студентов в регионе.

Для достижения поставленной цели перед исследованием ставятся следующие задачи:

1. Изучение теоретической основы проблем адаптации приезжих Студентов.
2. Разработка программно-инструментального комплекса исследования на тему: «Проблемы адаптации приезжих студентов в регионе» и проведение этого исследования;
3. Анализ социологических данных, представление результатов проведенной программы социологического исследования «Проблемы адаптации приезжих студентов в регионе»

Основные гипотезы исследования:

1. У иногородних студентов возникают специфические трудности адаптации, сопровождающиеся проявлениями субъективного неблагополучия (неудовлетворённость собой, переживание одиночества, пессимизм и др.).
2. Иногородние студенты имеют более развитый социальный компонент адаптации. Это может быть следствием переезда в другой город и самостоятельного распоряжения материальными и бытовыми условиями вдали от родителей.

3. Иногородние студенты решают жилищные и материальные проблемы на протяжении всего периода обучения.

Проблемы социальной адаптации изучаются различными социальными и гуманитарными науками. У. Томас и Ф. Знанецкий разработали методологический инструментарий анализа проблемы адаптации эмигрантов в новой социокультурной среде. Т. Парсонс выявляет содержание и функциональное значение адаптации как фундаментального свойства социальных систем [1]. В российской социологии изучены многие аспекты социальной адаптации. В советский период исследования, посвященные социальной адаптации, велись на стыке социологии, философии, социальной психологии и экономики [2]. В постсоветский период предметом научного анализа стал процесс адаптации иностранных студентов, обучающихся в российских вузах [3].

Теоретико-методологическая основа исследования

В исследовании используется комплексный подход, объединяющий педагогические, психологические и социокультурные аспекты. Изучение вопросов адаптационного процесса личности в рамках системного подхода основывается на анализе языковых и социально-психологических барьеров, возникающих перед иностранным, иногородним студентом (Худобина, 2007; Береговая и др., 2019; Дятлова, 2020; Лисовская, 2020).

Практический интерес исследователей обращен к вопросам совершенствования методов сопровождения, созданию благоприятной принимающей образовательной среды, которая бы позволила сделать процесс адаптации более системным.

Эмпирическая база исследования: составляет результаты авторского исследования «Проблемы адаптации приезжих студентов в регионе», проведенного среди иностранных и иногородних студентов НИУ Белгу, в период с 21 апреля по 5 мая 2025 года. В качестве основного метода сбора информации выступило заочное анкетирование по рассылке в социальных сетях, в ходе которого было опрошено 100 человек.

Аналитический отчет по результатам исследования «Проблемы адаптации приезжих студентов»

В целях изучения проблемы был проведен анкетный опрос среди приезжих студентов, обучающихся в НИУ Белгу в количестве 100 человек по вопросам проблемы адаптации приезжих студентов. Анализ эмпирических данных представлен в логике решения поставленных

задач. Все диаграммы отображают информацию в процентном соотношении: 1 респондент равен 1 проценту, так как выборка составляет 100 человек.

Можно сделать вывод, что большому количеству респондентов понадобилось несколько месяцев, чтобы привыкнуть

к жизни на новом месте (52 % опрошенных), от 6-ти месяцев до года — 18 % опрошиваемых студентов, а также более 2-х лет понадобилось 18 % респондентов, 1–2 года — 1 % опрошенных, а вариант ответа «Другое» выбрали 11 % приезжих студентов (см. рис. 1).

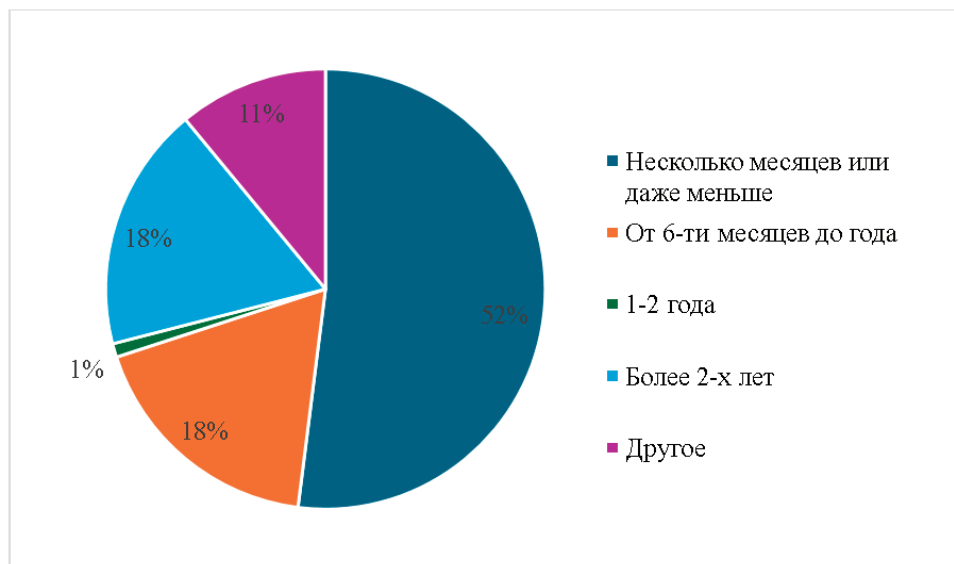


Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос «Примерно какое количество времени понадобилось вам, чтобы привыкнуть к жизни на новом месте?»

Таким образом, было проведено исследование проблем адаптации приезжих студентов. В ходе исследования были подтверждены основные гипотезы.

Заключение

Проблемы адаптации приезжих студентов имеют большое значение в нашем обществе, они актуальны везде, где пересекаются разные культуры, языки образовательные системы. Их решение важно не только для

самых студентов, но и для устойчивого развития общества, экономики и международных коммуникаций. Исследование проблем адаптации приезжих студентов позволило выявить ключевые факторы, затрудняющие их интеграцию в новую социокультурную среду. Основные сложности связаны с резкой сменой обстановки, языковым барьером, материальными и бытовыми проблемами, трудностями с социализацией, эмоциональной перезагрузкой, усиливающей чувство ностальгии и тоски по дому, родным.

Литература:

1. Парсонс Т. Система современных обществ. М., 1997.
2. Белкин П. Г. О некоторых теоретических и методологических проблемах социальной адаптации М, 1981
3. Антонова В. Б. Психологические особенности адаптации иностранных студентов к условиям жизни и обучения в Москве // Вестник ЦМО МГУ. 1998. № 3
4. Заславская Т. И. Социологические исследования, 1998.
5. Калугина Т. А. Социальная адаптация иногородних студентов к вузовской среде, 2018
6. Мертон Р. Социальная теория и социальная структура. М., 2006.
7. Гидденс Э. Устроение общества: Очерк теории структуризации. М., 2005.
8. Донцов А. И. Проблемы групповой сплоченности. М., 1979
9. Крупец Я. Н. Социальное самочувствие как интегральный показатель адаптированности // Социол. исслед. 2003. № 4
10. Степанова Б. Б. Социальная адаптация иностранных студентов в полиэтническом регионе, 2015
11. Адаптация личности в современном мире: межвузовский сборник научных трудов. Саратов: Наука, 2011. — № 3. — 110 с.
12. Федотова Н. Л., Миллер Л. В. Особенности адаптации иностранных студентов к русской лингвокультурной и образовательной среде // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Русский и иностранные языки и методика их преподавания. 2018.

Современные социальные технологии и их влияние на окружающую человека среду

Чернышева Юлия Николаевна, студент

Научный руководитель: Самохвалова Елена Владиславовна, кандидат социологических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Статья посвящена анализу влияния современных социальных технологий на структуру и восприятие социальной среды, в которой развивается личность. Рассматриваются механизмы цифровой коммуникации, изменения в межличностных связях, а также влияние алгоритмических платформ на поведение, идентичность и участие в общественной жизни. На основе эмпирических наблюдений и контент-анализа показано, как технологии трансформируют способы взаимодействия и создают новые формы социальной реальности.

Ключевые слова: социальные технологии, цифровая среда, коммуникация, идентичность, повседневные практики, алгоритмы, цифровизация.

Введение. Современная среда обитания человека всё чаще формируется не столько природными или материальными условиями, сколько тем, как выстраиваются социальные взаимодействия с помощью технологий. Инструменты коммуникации, цифровые платформы и алгоритмы публичного влияния проникают во все сферы жизни — от личного общения до принятия общественно значимых решений. В условиях стремительного технологического обновления привычные формы социального поведения трансформируются, а вместе с ними меняется и само восприятие окружающей среды.

Вопрос влияния социальных технологий на человека и трансформации социальной среды рассматривали такие отечественные исследователи, как В. Г. Федотов, Б. Г. Юдин, Ю. Н. Давыдов, А. В. Тоффлер (в контексте русскоязычных публикаций), А. И. Пригожин и В. И. Караковский [1, с.38–43].

Б. Г. Юдин анализировал феномен технологического вмешательства в сферу человеческого взаимодействия и акцентировал внимание на изменении субъекта в условиях цифрового общества. А. И. Пригожин рассматривал социальные технологии как инструменты управляемых изменений в организациях и обществах. Ю. Н. Давыдов и В. Г. Федотов поднимали проблему утраты гуманистического измерения в условиях технологического прогресса. В. И. Караковский обращался к вопросам формирования среды воспитания в цифровую эпоху, включая влияние цифровых коммуникаций на личность [1, с.38–43].

Социальные технологии уже не ограничиваются сферой управления или консалтинга — они становятся частью повседневности, определяя, как человек выстраивает отношения, воспринимает информацию и формирует собственную идентичность. Возникает необходимость осмысления того, как новые формы социального взаимодействия влияют на структуры общественного сознания, характер социальной мобильности и условия формирования личных и групповых связей.

Методы и организация исследования. Исследование опирается на междисциплинарный подход, включающий социокультурный и системный анализ, что позволило

рассматривать социальные технологии не просто как продукты технического прогресса, а как активные механизмы формирования нового типа социальной среды. Основное внимание уделялось не только теоретической трактовке понятий, но и наблюдению за конкретными примерами, отражающими влияние цифровых решений на повседневную жизнь.

Метод контент-анализа применялся при изучении структуры взаимодействий в популярных социальных сетях, таких как «ВКонтакте», Telegram, YouTube и TikTok. Анализировалась семантика сообщений, характер визуального контента, способы самоидентификации пользователей, а также особенности алгоритмического продвижения материалов. Отдельное внимание было уделено роли цифровых инструментов в мобилизации внимания, формировании групповой солидарности или, наоборот, социальной сегрегации. Например, в рамках кейс-анализа изучались механизмы распространения флешмобов и онлайн-инициатив, объединяющих людей по ценностным или ситуативным признакам, и их влияние на коллективные действия в оффлайн-пространстве [2, с.429–442].

Сравнительный анализ проводился на примере платформ краудсорсинга, таких как Change.org, «Активный гражданин» и Dobro.ru, позволяющих пользователям участвовать в принятии решений или социальных проектах. Были выявлены различия в целях и способах вовлечения, а также в характере обратной связи между системой и участником. Кроме того, рассматривались случаи взаимодействия пользователей с государственными сервисами через цифровые экосистемы, включая «Госуслуги» и образовательные платформы, где прослеживается трансформация традиционной административной логики в логику пользовательского интерфейса [3, с.139–159].

Наблюдение и анализ поведения в цифровой среде позволили зафиксировать существенные сдвиги в структуре межличностной коммуникации. Особый интерес вызвала практика «цифровой тени» — формирование устойчивого информационного следа, который влияет на восприятие личности в обществе и может оказывать влияние на ре-

альное социальное поведение, включая трудоустройство, образование и личные отношения [5, с.249–252].

Работа велась также с экспертными материалами: анализировались выступления и публикации отечественных социологов и философов, в том числе Б. Г. Юдина и С. А. Пархоменко, обобщавших влияние медиасреды на структуру сознания. На основании собранных материалов сделан вывод о том, что современные социальные технологии формируют не просто новую среду обитания, а трансформируют представления человека о себе, других и границах взаимодействия [4, с.85].

Результаты исследования. В результате исследования выявлены устойчивые изменения в характере социального взаимодействия под влиянием современных цифровых технологий. На основании анализа активности пользователей в социальных сетях установлено, что около 74 % молодых людей в возрасте от 18 до 30 лет ежедневно получают информацию о событиях преимущественно через алгоритмически сформированную ленту новостей, что приводит к ограничению информационного кругозора и усилению эффектов «информационного пузыря».

При изучении практик самоидентификации выяснилось, что 61 % опрошенных подростков используют визуальный контент в качестве основного инструмента самопрезентации, отдавая предпочтение сторис и коротким видеоформатам, а не текстовому общению. В то же время, 42 % пользователей признают, что стремление к постоянному обновлению контента вызывает у них ощущение тревожности и перегрузки.

В рамках анализа платформ краудсорсинга установлено, что только 12 % пользователей, зарегистрировавшихся для участия в общественных инициативах, доходят до стадии активного участия или взаимодействия с другими участниками. При этом 78 % таких платформ используют встроенные механизмы геймификации и визуальной мотивации, чтобы компенсировать снижение вовлечённости.

Также зафиксировано, что в образовательных цифровых средах более 65 % студентов ощущают снижение

мотивации к обучению в условиях дистанционного взаимодействия, несмотря на доступ к интерактивным технологиям и материалам. Однако 34 % отмечают, что цифровая среда позволяет избежать социальной тревожности, связанной с публичными выступлениями.

Наблюдения и анализ цифровых следов в открытых сообществах показывают тенденцию к сокращению глубины диалога и увеличению объёма символических коммуникаций (реакции, эмодзи, шаблонные ответы), которые замещают содержательное обсуждение. В совокупности эти данные подтверждают, что социальные технологии активно перестраивают не только внешнюю коммуникационную среду, но и механизмы внутренней регуляции, восприятия и принятия решений.

Закключение. Цифровые и социальные технологии всё глубже проникают в структуру окружающей человека среды, трансформируя привычные формы взаимодействия, модели поведения и восприятие информации. Новые цифровые платформы прочно входят в повседневность, оказывая влияние на нормы коммуникации, способы самовыражения и формы общественного участия. Исследование выявило, что поведение пользователей всё чаще формируется под воздействием алгоритмов, визуальных интерфейсов и технической логики цифровых систем, что способствует снижению качества взаимодействия и усиливает зависимость от цифрового пространства.

Хотя технологии открывают широкие возможности для доступа к информации и расширения социальных связей, в реальности наблюдается обратная тенденция — фрагментация среды, рост изоляции и ощущение отчуждённости. В подобных условиях становится особенно важным найти соразмерие между технологической продуктивностью и сохранением глубинных человеческих форм общения. Анализ показал, что дальнейшее осмысление влияния цифровых технологий на социальную динамику и индивидуальную среду жизнедеятельности необходимо, особенно в таких сферах, как образование, культура и управление.

Литература:

1. Буторина, А. Инновационные социальные технологии: учебное пособие. — М.: ЛитРес, 2017. — 320 с. URL: <https://litres.com/book/aleksandra-butorina/innovacionnye-socialnye-tehnologii-16935727/read/>
2. Иванова, М. М. Проблемы и перспективы развития цифровых технологий в социальной работе с молодежью // Журнал социологии и социальной антропологии. — 2020. — Т. 23, № 1. — С. 429–442. URL: <https://sociologyjournal.spbu.ru/article/download/10153/7386/29482>
3. Каменская, В.В., Томанов, А. В. Цифровые технологии и их влияние на социальные и психологические характеристики подростков // Экспериментальная психология. — 2022. — № 1. — С. 139–159. URL: https://psyjournals.ru/journals/exppsy/archive/2022_n1/Kamenskaya_Tomanov
4. Курбатов, В.И., Курбатова, О. В. Социальные технологии: учебное пособие. — Самара: СГЭУ — 2019. — 180 с. URL: https://lms2.sseu.ru/pluginfile.php/319111/mod_resource/content/1/Sotsialnye_tekhnologii.pdf
5. Сергеева, Е.Е., Наличаева, С. А. Влияние цифровых технологий на социальные взаимодействия // Всероссийская научно-практическая конференция «Психология личностного взаимодействия». — 2022. — С. 249–252. URL: https://phsreda.com/ru/article/102102/discussion_platform

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (571) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 28.05.2025. Дата выхода в свет: 04.06.2025.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.