

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

12 2025
ЧАСТЬ I

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 12 (563) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, 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 Култур-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 *Сергей Юрьевич Таскаев* (1959), доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией Института ядерной физики имени Г. И. Будкера Сибирского отделения РАН.

Сергей Юрьевич защитил докторскую диссертацию по теме «Ускорительный источник эпитепловых нейтронов» на базе Института ядерной физики СО РАН. В настоящее время Таскаев является доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Института ядерной физики СО РАН, заведующим лабораторией бор-нейтронзахватной терапии Новосибирского государственного университета, президентом Фонда развития нейтрон-захватной терапии «ФОРА».

В 2024 году он стал финалистом национальной премии «Россия — страна возможностей», а также лауреатом национальной премии в области будущих технологий «Вызов» в номинации «инженерное решение», которая присуждается за важное изобретение или создание новой технологии.

Новосибирский ученый получил премию за разработку компактного ускорительного источника нейтронов, пригодного для широкого круга исследований, в частности для бор-нейтронзахватной терапии. Благодаря новой технологии в будущем станет возможным вывести на принципиально новый уровень методы бор-нейтронзахватной терапии для лечения злокачественных опухолей, которые раньше считались неоперабельными.

«Методика нейтронзахватной терапии принципиально отличается от всех других — она доставляет дозу губительного ионизирующего излучения именно в клетки опухоли, оставляя здоровые клетки нетронутыми. Во всех других случаях вы либо вырезаете какой-то объем ткани, полагая, что это опухоль, либо доставляете дозу ионизирующего излучения в какой-то объем ткани, полагая, что это опухоль. Когда вырезается опухоль, вырезается и здоровая ткань или остаются частицы опухоли. То же самое и про лучевую терапию», — рассказал Сергей Таскаев интернет-порталу проекта «Россия — страна возможностей».

«Дело в том, что бор (точнее, его нерадиоактивный изотоп бор-10) эффективно захватывает нейтроны, пролетающие мимо. Такое у него свойство. Он их поглощает, а после облучения пучком нейтронов в опухолевой клетке происходит ядерная реакция с большим выделением энергии. Проще говоря — взрыв.

Почти вся энергия выделяется именно в раковой клетке, где есть ядро бора, что приводит к её гибели. Здоровые клетки не за-

трагиваются. Также важно, что метод позволяет уничтожать раковые клетки в метастазах, когда другие виды лечения уже не помогают», — пояснил ученый в интервью «Аргументам и фактам».

Портативный источник нейтронов способен помещаться в лабораторию клиники, но в то же время сопоставим по интенсивности излучения с ядерным реактором. Контроль за параметрами пучка позволяет следить за дозой облучения, чтобы терапия проходила более эффективно, с минимумом негативных воздействий на организм. Помимо лечения злокачественных опухолей источник также может использоваться для изучения параметров ядерных реакций, измерения деградации материалов под действием нейтронного излучения, дифракции нейтронов на кристаллических структурах, создания коллайдера на встречных нейтронных пучках.

«Четверть века тому назад не было ускорителей заряженных частиц на требуемые параметры, и мы предложили новый ускоритель, который через некоторое время стали называть ускорителем-танDEMом с вакуумной изоляцией, — сказал ученый в интервью интернет-порталу «Атомная энергия». — В ту пору также считалось, что литиевую мишень на такие параметры сделать невозможно; хорошо, что мы об этом узнали после того как сделали ее. Предлагаемый нами проект был, конечно, инновационным, но практически все говорили, что работать он не будет. Так и получилось: сделали ускоритель, получили на нем почти требуемое напряжение, но пучок протонов получили со в сто раз меньшим током, чем обещали. Поскольку работа велась на энтузиазме, то у остальных членов команды энтузиазм пропал. Мне же удалось из студентов создать новую команду, с которой все получилось: удалось реализовать несколько новых идей и увеличить ток пучка протонов до требуемого, удалось сделать литиевую мишень сначала для терапии как минимум одного пациента, а сейчас — для терапии сотен».

Ученый является автором и соавтором шести патентов, более двухсот научных публикаций.

Сергей Юрьевич женат, имеет двоих взрослых детей, которые работают в Академгородке. Сам он увлекается прогулками на лыжах, путешествиями по Алтаю и фотографией. Недавно была опубликована его книга «Краски света».

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Евсеев Г. М.

Машинное обучение для оценки кандидатов:
сравнительный анализ методов..... 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ал-Шуваили А. А. М.

Повышение эффективности кислотных
обработок на Ватьеганском нефтяном
месторождении 4

Ал-Шуваили А. А. М.

Анализ эффективности мероприятий
по интенсификации добычи нефти
кислотными обработками на Усть-Балыкском
нефтяном месторождении 6

Аль-Баша А. С. Х. А.

Разработка мероприятий
по борьбе с асфальтосмолопарафиновыми
отложениями на месторождениях ООО
«Лукойл — Западная Сибирь»..... 9

Арбауи А. И.

Технология проведения многостадийного
гидроразрыва пласта с цементированием
горизонтальных скважин с целью
разобщения пластов.....11

Гаврилов А. Г.

Исследование системы управления
электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б15

Исмаил М. Я. А.

Автоматизация добычи нефти погружными
центробежными насосами18

Кривцов С. Н., Яковлев В. М., Турушев А. Е.,

Кондратьев К. Д., Кушаев А. Е.
Установка для определения смазывающих
свойств автомобильных технических
жидкостей в эксплуатации21

Нгуен Т. М.

Определение центробежной силы,
действующей на центр тяжести
электромобиля VINFAST VF3 производства
Вьетнама, с учетом динамического увода
эластичных колес.....25

Сархан М. В. А. М.

Методы контроля состояния
цементирования скважин.....28

Селлам М. Т.

Технология горизонтального
бурения скважин31

Тараканова В. И.

Особенности функционирования
современных отечественных
транспортно-пересадочных узлов34

Тарасенко М. А.

Методы определения статических
характеристик нагрузки
в распределительных электрических сетях36

Чурикова Л. А., Бактыгалиева Р. С.

Исследование гидродинамических
условий очистки газопроводов
от жидкостных скоплений38

Чурикова Л. А., Есенгалиев А. У.

Исследование эффективности
водоизоляционных работ в условиях
высокой обводненности нефтяных скважин42

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Рожкова А. А., Рожков А. В., Хан М. А.,
Омертаев А. А., Варзегов Р. В.**

Разработка энергоэффективной конструкции
наружной стены на основе теплофизических
характеристик46

БИОЛОГИЯ

Ильницкая В. В.

Нейромедиаторы в детской неврологии:
от молекул до клинической практики.....51

МЕДИЦИНА

Дониёрова К. Э.

Парадоксальные мутации:
люди со сверхпрочными костями и кровью,
устойчивой к ядам.....53

Кладова О. В., Анджель А. Е., Ким Т. Ф.

Рецидивирующий папилломатоз гортани
у детей55

Михайлова М. А., Минервин П. И.,**Хурсевич В. А., Асташкина О. Д.,****Абдугафуров Ш. Ш., Алави М. С. М.**

Измерение pH слюны у студентов экспресс-
методом. Значение нарушения кислотно-
щелочного равновесия в патогенезе
стоматологических заболеваний58

Хурсевич В. А., Минервин П. И., Михайлова**М. А., Джейроян Д. А., Кармазина Е. Д.,****Вахрамеева Е. А.**

Измерение показателей слюноотделения
у студентов и их значение для оценки
саливации при стоматологических
заболеваниях61

Чувашева Ю. В., Спасибухова Н. Б.

Исследование отношения к болезни:
ключ к оказанию психологической
помощи в условиях детского
стационарного отделения
противотуберкулезного диспансера63

Ярославцева С. С.

Случай выявления воспалительной
миофибробластической опухоли мочевого
пузыря при ультразвуковом исследовании
у ребенка 14 лет (разбор на примере
клинического случая)66

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Машинное обучение для оценки кандидатов: сравнительный анализ методов

Евсеев Георгий Михайлович, студент магистратуры
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

Введение

В условиях стремительного роста объёма данных и увеличения количества поступающих резюме традиционные методы оценки кандидатов зачастую оказываются неэффективными. Ручной анализ информации требует значительных временных и ресурсных затрат, а также подвержен субъективности экспертов. Современные технологии машинного обучения предлагают возможность автоматизировать процесс подбора персонала, что позволяет не только ускорить обработку данных, но и повысить объективность принимаемых решений.

Оценка объектов-кандидатов — это комплексный процесс, направленный на определение соответствия кандидата требованиям вакансии, прогнозирование его будущего успеха и группировку по схожим характеристикам. Задача оценки включает выбор оптимального кандидата для конкретной вакансии или назначение эксперта для выполнения специализированной задачи. Для повышения объективности и ускорения процесса подбора персонала важно разработать вычислительную модель, которая автоматически анализирует резюме на основе набора ключевых характеристик. Далее в статье приведено исследование и анализ методов машинного обучения для указанной задачи.

Методы оценки кандидатов

— **Классификация** — определение соответствия кандидата требованиям вакансии.

— **Регрессия** — прогнозирование вероятности успеха кандидата в будущей работе.

— **Кластеризация** — группировка кандидатов по схожим характеристикам для дальнейшего сегментированного анализа.

При оценке объектов-кандидатов методы заключаются в следующем:

1. Методы классификации

Предназначены для отнесения кандидата к одной из категорий (например, «подходит»/«не подходит» или распределение по уровням квалификации). Этот подход ис-

пользуется при необходимости принятия чёткого бинарного или многоклассового решения для каждого резюме.

2. Методы регрессии:

Применяются для прогнозирования количественных характеристик, таких как вероятность успешного завершения адаптации или успешного прохождения испытательного срока. Регрессия позволяет учитывать непрерывные показатели и сегментировать кандидатов по уровню потенциального успеха.

3. Методы кластеризации:

Позволяют выявлять скрытые закономерности и группировать кандидатов по схожим характеристикам, что удобно для предварительной сортировки резюме и выделения целевых групп для последующего анализа.

Алгоритмы для реализации методов

Алгоритмы машинного обучения в задачах оценки кандидатов включают:

— **k-NN (k-ближайших соседей)** — **классификация и регрессия:**

Простой и интуитивно понятный алгоритм, основанный на идее, что объекты, близкие в пространстве признаков, имеют сходную классификацию. Преимуществом является высокая интерпретируемость, однако при работе с большими объёмами данных вычислительная сложность может оказаться существенной.

— **Логистическая регрессия** — **классификация:**

Классический метод для бинарной классификации, который обеспечивает простоту интерпретации результатов и быстрое обучение модели. Данный алгоритм хорошо подходит для случаев, когда данные линейно разделимы, и позволяет получить вероятностную оценку принадлежности объекта к классу.

— **Метод опорных векторов (SVM)** — **классификация и регрессия:**

Обеспечивает высокую точность при классификации, особенно в случаях сложных границ разделения. Однако, выбор ядра и настройка гиперпараметров требует значительного экспертного вмешательства, а вычислительные

затраты могут быть высоки при работе с большими наборами данных.

— **Деревья решений — классификация и регрессия:**

Позволяют наглядно представить процесс принятия решения, что способствует интерпретируемости модели. Несмотря на свою простоту, отдельные деревья решений могут быть чувствительны к переобучению, если не применять методы регуляризации.

— **Ансамблевые методы (Random Forest, Gradient Boosting) — классификация и регрессия:**

Комбинируют результаты нескольких слабых моделей для получения более стабильного и точного предсказания. Такие методы часто показывают наилучшие результаты по точности, но за счёт этого теряют в интерпретируемости и требуют больше вычислительных ресурсов.

Критерии оценки алгоритмов

Для объективного сравнения рассматриваемых методов были выбраны следующие критерии:

— **Точность (Accuracy):**

Способность модели правильно классифицировать объекты-кандидаты. Высокая точность является крити-

чески важной для минимизации ошибок при отборе персонала.

— **Полнота (Recall):**

Мера способности модели выявлять все объекты, соответствующие заданным критериям. Важно избегать пропуска потенциально подходящих кандидатов.

— **Интерпретируемость:**

Насколько легко можно объяснить, почему модель приняла то или иное решение. Это важно для обоснования выбора кандидата и дальнейшей корректировки процесса отбора.

— **Вычислительная сложность:**

Оценивает затраты времени и ресурсов на обучение и применение модели, что особенно актуально при обработке больших объёмов данных.

Сравнительное тестирование

В рамках исследования были проведены эксперименты с использованием как синтетических данных, так и реальных наборов данных, содержащих характеристики кандидатов (образование, опыт работы, навыки и т. д.). Таблица сравнительных показателей выглядит следующим образом:

Алгоритм	Точность (%)	Полнота (%)	Время обучения (сек.)	Интерпретируемость
k-NN	82	80	0.5	Высокая
Логистическая регрессия	85	83	0.3	Высокая
SVM	88	86	2.0	Средняя
Деревья решений	80	78	0.4	Высокая
Ансамблевый метод (Random Forest)	90	88	3.5	Низкая

Примечание: Показатели приведены условно и могут варьироваться в зависимости от характеристик набора данных и параметров настройки алгоритмов.

Результаты

По результатам выполненного исследования алгоритмы показали следующие особенности:

— **Логистическая регрессия:**

Модель продемонстрировала стабильную точность и высокую интерпретируемость, что делает её удобным инструментом для задач, где важно быстрое принятие решений и возможность объяснения результатов. Низкие вычислительные затраты позволяют применять данный метод на больших наборах данных.

— **SVM:**

Отмечается высокая точность предсказаний, однако существенная вычислительная сложность и необходимость тонкой настройки гиперпараметров делают его менее привлекательным для сценариев с ограниченными вычислительными ресурсами.

— **Ансамблевые методы (Random Forest):**

Данные методы показали наивысшие значения точности и полноты, однако их «чёрный ящик» затрудняет

интерпретацию результатов. В дополнение, время обучения оказывается значительно больше по сравнению с моделями линейной природы.

— **k-NN и деревья решений:**

Оба алгоритма обладают высокой интерпретируемостью и простотой реализации. Однако, при этом точность их предсказаний оказалась ниже, чем у более сложных методов, что может быть критичным при оценке большого числа кандидатов.

Выводы

На основании проведённого анализа можно сделать следующие выводы:

— **Выбор метода зависит от приоритетов задачи:**

Если основными требованиями являются высокая интерпретируемость и скорость работы, оптимальным выбором может стать логистическая регрессия. В случаях, когда приоритетом является максимальная точность, особенно при наличии достаточных вычислительных

ресурсов, рекомендуется использовать ансамблевые методы.

— **Компромисс между точностью и интерпретируемостью:**

Сложные модели (например, Random Forest) могут обеспечить более высокую точность, однако их интерпретация остаётся затруднённой, что требует дополнительных методов анализа для объяснения предсказаний.

— **Перспективы дальнейшего развития:**

Будущие исследования могут быть направлены на разработку гибридных моделей, объединяющих преимущества интерпретируемых линейных моделей и высокой точности ансамблевых методов. Дополнительно, интеграция методов глубокого обучения может открыть новые возможности для анализа неструктурированных данных (например, текстов резюме) и повышения качества оценки кандидатов.

Таким образом, машинное обучение демонстрирует значительный потенциал в автоматизации и улучшении процесса подбора персонала. Выбор конкретного метода должен базироваться на анализе требований, характеристик данных и доступных вычислительных ресурсов, что позволит обеспечить оптимальное соотношение эффективности и интерпретируемости результатов.

Заключение

В рамках исследования был проведён анализ методов машинного обучения и реализующих их алгоритмов для оценки кандидатов, что является актуальной задачей в условиях стремительного роста объёма данных и необходимости объективного принятия кадровых решений.

Литература:

1. Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия / Гл. ред. Ю. В. Прохоров. — М.: Изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 1999.
2. Натан А. А., Горбачёв О. Г., Гуз С. А. Математическая статистика.: учеб. пособие. — М.: МЗ Пресс — МФТИ, 2004.
3. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных. — М.: Финансы и статистика, 1983.
4. Вапник В. Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. — М.: Наука, 1979.
5. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. — Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999.
6. Флах П. Машинное обучение. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.
7. Шмойлова Р. А. Общая теория статистики: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2002.

Среди рассмотренных алгоритмов логистическая регрессия выделяется как оптимальное решение для сценариев, где критичны интерпретируемость, скорость обучения и низкие вычислительные затраты.

Логистическая регрессия обеспечивает надёжную бинарную классификацию с возможностью получения вероятностных оценок, что позволяет не только точно определять соответствие кандидатов требованиям вакансии, но и обосновывать принятые решения. Преимуществом данного алгоритма является его простота реализации и высокая интерпретируемость, что существенно упрощает анализ результатов и повышает доверие специалистов к модели. При этом сравнительный анализ показал, что алгоритм демонстрирует стабильные показатели точности и полноты при относительно небольших ресурсных затратах.

Однако следует отметить, что эффективность логистической регрессии обусловлена предположением линейной разделимости данных, что может потребовать предварительной обработки признаков или интеграции с методами нелинейного анализа. В этой связи перспективным направлением дальнейших исследований является разработка гибридных моделей, объединяющих преимущества логистической регрессии и более сложных алгоритмов, что позволит учитывать нелинейные зависимости и повышать общую точность оценки кандидатов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что логистическая регрессия является эффективным и практически применимым инструментом для автоматизации процесса подбора персонала, обеспечивая баланс между точностью, интерпретируемостью и вычислительными затратами.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Повышение эффективности кислотных обработок на Ватъеганском нефтяном месторождении

Ал-Шуваили Али Абдулридха Мохайсен, студент магистратуры

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

Кислотные обработки являются одним из самых распространенных методов интенсификации дебита нефтяных и газовых скважин. Принципы выбора кислотных составов, которые учитывают физико-химические условия в скважине, а также факторы, влияющие на успешность обработки, тщательно изучены в профильной литературе. Однако в некоторых случаях проведение эффективной кислотной обработки может быть затруднено, что связано с особенностями геологических условий, составом пласта и другими техническими факторами.

Ключевые слова: БСКО, отклонитель, дебит, добыча, состав, кислота.

Некоторые факторы, которые могут осложнить проведение кислотных обработок, включают наличие нескольких пропластков с различной проницаемостью, а также операции по обработке призабойной зоны на скважинах, которые уже подвергались многократным кислотным обработкам. Протяженность горизонтального ствола скважины, высокая обводненность добываемой продукции и высокие температуры также могут стать препятствием для эффективной кислотной обработки. Дополнительно, зоны с повышенной проницаемостью или трещиноватостью, а также терригенные или карбонатные коллекторы с высокой глинистостью могут усложнить процесс и потребовать специальных подходов.

Для равномерного распределения кислотного состава по стволу горизонтальной скважины применяются поинтервальные обработки с использованием гибких насосно-компрессорных труб (ГНКТ), пакерных систем и кислотных составов с отклонителями. Группа компаний Zirc предлагает для этих целей использовать эмульсионные отклонители Экс-Эм (с температурой применения до 60°C) и Эмитрит (с температурой применения до 100°C) [1].

Особенностью этих эмульсий является их селективность. При контакте с нефтью эмульсии разжижаются и выносятся из пласта, в то время как при взаимодействии с пластовой водой они значительно увеличивают вязкость и структурные характеристики, создавая тем самым растущее сопротивление для фильтрации последующих объемов кислотного состава. Применение кислотного состава с отклонителем Экс-Эм при обработке трех горизонтальных скважин в Восточной Сибири позволило добиться равномерного распределения состава по стволу скважины и перенаправить его в ранее не охваченные ин-

тервалы. Результаты этой обработки показаны на рисунке 1, где видно, что стандартные кислотные обработки не дали желаемого результата.

Еще одной инновационной технологией является проведение пенокислотных обработок с использованием CO₂. Преимущества применения вспененного кислотного состава по сравнению с обычной кислотной обработкой давно и хорошо известны. Во-первых, замедляется растворение карбонатного материала, что способствует более глубокому проникновению активной кислоты в пласт. Это позволяет охватывать участки пласта, расположенные удаленно от скважины, которые ранее не были достаточно охвачены процессом фильтрации.

Кроме того, малая плотность кислотных пен (400–800 кг/м³) и их повышенная вязкость создают эффект отклонения в зонах высокой проницаемости или трещиноватости. Это значительно увеличивает охват кислотным воздействием всей вскрытой продуктивной мощности пласта, что особенно важно при больших продуктивных мощностях и пониженных пластовых давлениях.

Использование газового пенного состава улучшает эффективность проникновения червоточин в породу и уменьшает степень разветвленности этих червоточин (рис. 2), что позволяет снизить общий объем закачиваемой кислоты до 25–30 %.

Также пенокислотные обработки способствуют улучшению условий очистки призабойной зоны от продуктов реакции. Присутствие поверхностно-активных веществ снижает поверхностное натяжение как активной, так и отреагировавшей кислоты на границе с нефтью, а наличие пузырьков газа в отреагировавшем растворе улучшает условия и качество освоения.

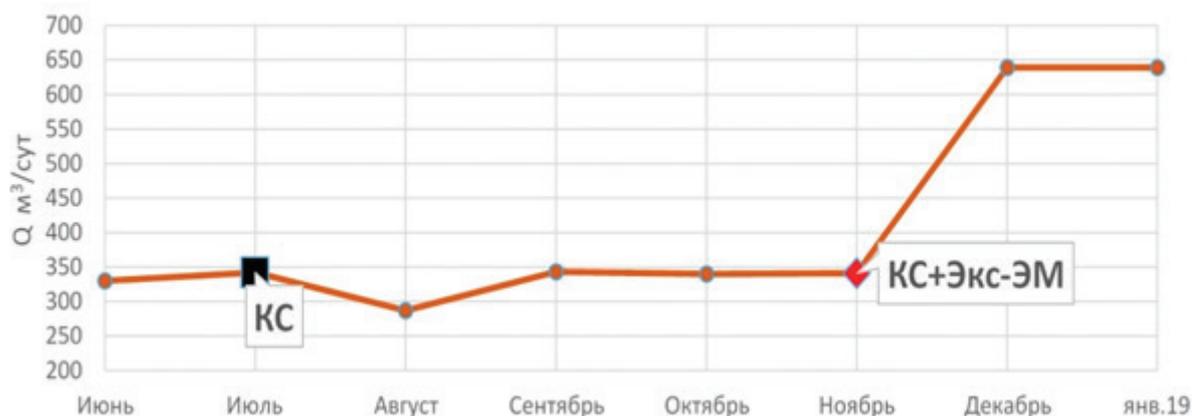


Рис. 1. Результаты обработки горизонтальной скважины кислотным составом с отклонителем Экс-ЭМ

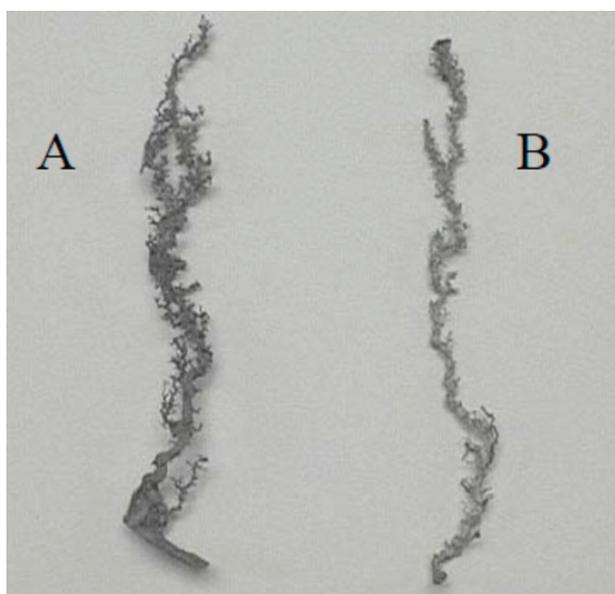


Рис. 2. Сравнение червоточин при классической обработке (А) и при пенной газовой обработке (В)

Данный метод кислотных обработок был усовершенствован компанией ООО «Зиракс-нефтесервис» в сотрудничестве с ООО «Праксэа Рус», которая входит в группу компаний Linde PLC. Linde PLC является мировым лидером в производстве промышленных газов и предоставляет услуги по интенсификации добычи нефти и газа в России, используя собственные технологии, газы и оборудование.

Совместная работа ООО «Зиракс-нефтесервис» и ООО «Праксэа Рус» привела к оптимизации пенокислотной обработки с применением двуокси углерода (CO₂) в сверхкритическом состоянии в качестве вспенивающего агента. В сверхкритическом состоянии исчезает различие между жидкой и газовой фазами, что позволяет CO₂, обладая высокой плотностью, свойственной жидкостям, и низким поверхностным натяжением и вязкостью, характерными для газов, более эффективно проникать в пористые среды. Его высокая растворяющая способ-

ность помогает снижать вязкость нефти в пластовых условиях и межфазное натяжение, что значительно повышает эффективность пенокислотной обработки и увеличивает приток углеводородов к скважине. Кроме того, использование CO₂ позволяет снизить общий расход кислотного состава до 30 % и предотвращать набухание глин [2].

Проведенные в 2019 году две скважино-обработки на Самотлорском месторождении по данной технологии показали отличные результаты. В течение шести месяцев дополнительная добыча нефти составила 2 и 6 тысяч тонн соответственно.

Для минимизации высоких затрат рекомендуется проводить большеобъемные кислотные обработки (БСКО) селективного действия с использованием отечественных реагентов, например, реагента «ГИОТЭК». Метод БСКО включает закачку в скважину оторочки кислотного состава с удельным объемом 1,5–3 м³ на 1 м³ нефтенасыщенного интервала, а также отклоняющей жидкости (от-

клонителя), закачиваемой перед или после кислотного состава. Закачка кислотного состава проводится с оптимальным расходом и оптимальным соотношением объема отклонителя к объему кислотного состава.

Для определения потенциала скважины были проведены расчеты дебита и коэффициента продуктивности скважины до и после БСКО для скважины № 9377 объекта АВ₁₋₃. Расчеты выполнены для плоскорадиальной системы установившегося течения, предполагая условия постоянного давления на контуре питания. Степень повреждения призабойной зоны пласта оценивается через скин-эффект, и расчеты дебита после мероприятия проводятся с допущением, что скин-эффект снижается до нуля ($S = 0$) после обработки.

Для расчета технологического эффекта кислотной обработки скважины воспользуемся формулой [3]:

$$Q_{\text{доп}} = K_{\text{ин}} \cdot (q_2 - q_1) \cdot T \quad (1)$$

где T — длительность технологического эффекта, сут.

Согласно расчету, коэффициент изменения продуктивности скважины после проведения кислотной обработки составляет 1,67. Дебит скважины по нефти повысился с 17,65 т/сут. до 29,63 т/сут. Длительность технологического эффекта для расчета дополнительной добычи нефти составляет 365 суток.

Тогда

$$Q_{\text{доп}} = 1,67 \cdot (13,28) \cdot 365 = 8094,8 \text{ т},$$

$$Q_{\text{ж}} = 1,67 \cdot (15,04) \cdot 365 = 9167,632 \text{ т}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты от внедрения БСКО по скважине № 9377

№ скв.	Пласт	Объем СКО, м ³	Показатели до обработки			Показатели после обработки			Прирост	
			Qж, м ³ /сут	Qн, т/сут	Обв., %	Qж, м ³ /сут	Qн, т/сут	Обв., %	Qн, т/сут	Коеф. прод., раз
9377	Т	17,8	14,56	9,83	44	29,6	23,11	22	13,28	1,67

Таким образом, условное значение дополнительной добычи после проведения кислотных обработок ПЗП,

равное 8094,8 т, что указывает на успешность проведения БСКО.

Литература:

1. Каюмов Р., Конченко А., Клубин А., Леванюк О., Бурдин К., Чикин А., Никульшин Е. Комплексный подход и опыт проведения кислотной обработки в сложных условиях карбонатных коллекторов Волго–Уральского региона // Время колтюбинга. Время ГРП. 2015. № 1. С. 24–40
2. Филенко Д. Г., Дадашев М. Н., Винокуров В. А. Исследование влияния термобарических условий на вытеснении нефти диоксидом углерода в сверхкритическом состоянии // Науч.–техн. сборник «Вести газовой науки» — 2012. — № 3. — С. 371–382.
3. Юрчук, А. М. Расчеты в добыче нефти [Текст] / А. М. Юрчук. Москва: Недра, 1974. — 422 с.

Анализ эффективности мероприятий по интенсификации добычи нефти кислотными обработками на Усть-Балыкском нефтяном месторождении

Ал-Шуваили Али Абдулрида Мохайсен, студент магистратуры

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

На Усть-Балыкском месторождении реализуется комплекс мероприятий, направленных на повышение продуктивности скважин, вскрывающих пласты с низкими коллекторскими свойствами, и увеличение темпов отбора нефти. Для этого применяются химические методы, такие как соляно-кислотные обработки призабойной зоны (ПЗП), а также механические методы, включая дополнительную перфорацию и гидравлический разрыв пласта.

Кислотная обработка представляет собой метод увеличения проницаемости призабойной зоны скважины путём растворения составных частиц породы, а также инородных частиц, загрязняющих породы. Выбор конкретного вида

кислотной обработки зависит от минерального состава и свойств пласта, а также от целей и очередности проведения обработки, что позволяет эффективно подобрать подходящий метод для каждого конкретного случая.

Ключевые слова: СКО, интенсификация, дебит, добыча, реагент, кислота.

Опытные работы по физико-химическому воздействию на пласты Усть-Балыкского месторождения проводятся с 1987 года. В рамках обработки призабойной зоны (ОПЗ) нагнетательных скважин использовались различные химические составы, включая соляную кислоту, грязевую кислоту, неонол, надсмольную воду, превоцел, а также проводились комплексные ПАВ-кислотные обработки для КОПЗ и ЦОПЗ. ОПЗ для добывающих скважин проводились с использованием композиций нефтяных растворителей и различных кислотных составов. Также применялись гидродинамические методы, такие как сезонное ограничение закачки воды и изменение фильтрационных потоков путём отключения высокообводненных скважин.

В период с 2011 по 2016 годы на месторождении было выполнено 626 скважино-операций по ОПЗ с использованием кислотных и ПАВ-содержащих составов [1]. Из них 540 операций были проведены на пласте БС₁₀, 58 на объекте БС₁₋₅, 5 на пласте БС₈, 1 на пласте Ач и 22 на пласте ЮС₂. В основном применялись стандартные соляно- и глинокислотные обработки, а также были испытаны ОПЗ с применением составов Химеко, Аксис-КС, КНК-А и обработки растворителями. Результаты представлены на рисунке 1, где показана динамика проведения обработок и удельной эффективности по годам. Стоит отметить, что более 50 % обработок (324 скважино-операции) были совмещены с другими геотехническими методами (ГТМ), такими как вывод из бездействия, перевод на другой пласт, дополнительная перфорация, гидро-разрыв пласта (ГРП), изоляция дренажных нефтяных зон (ИДН) и другие.

На пласте БС₁₀ было выполнено 540 операций по обработке призабойной зоны на 390 скважинах, включая 92 соляно-кислотные обработки (СКО), 131 ОПЗ с использованием ПАВ и 317 операций с применением комплекса реагентов. При этом около 50 % всех операций (274 скважино-операции) проводились в сочетании с другими мероприятиями, такими как дострел, перестрел и оптимизация насосного оборудования.

Одной из самых успешных операций стала ПАВ-кислотная обработка скважины 3207, проведенная в апреле 2011 года (рис. 2). Благодаря этой обработке удалось дополнительно добыть 8,4 тыс. тонн нефти, а эффект от проведенной операции сохранялся в течение 19 месяцев.

В результате проведения операций по обработке призабойной зоны на пласте БС₁₀ дополнительно было добыто 100,8 тыс. тонн нефти (без учета сопутствующих геотехнических методов, ГТМ). Успешность выполнения работ составила 63 %, а удельный технологический эффект — 0,4 тыс. тонн нефти. В 2014 году на объекте БС₁₀ было проведено 14 солянокислотных обработок, в 2015 году — 18, а в 2016 году — 27. Дополнительная добыча нефти от применения технологии соляно-кислотных обработок составила: в 2014 году — 12,7 тыс. тонн, в 2015 году — 10,9 тыс. тонн, в 2016 году — 14,1 тыс. тонн. Эффективность СКО составила 73 % в 2014 году, 69 % в 2015 году и 71 % в 2016 году.

На объекте БС₁₋₅ в период с 2011 по 2016 год было проведено 58 операций ОПЗ на 49 скважинах, из которых 22 были выполнены с использованием СКВ и СКО, а 5 — с применением ПАВ. Около 60 % операций (34 скважино-

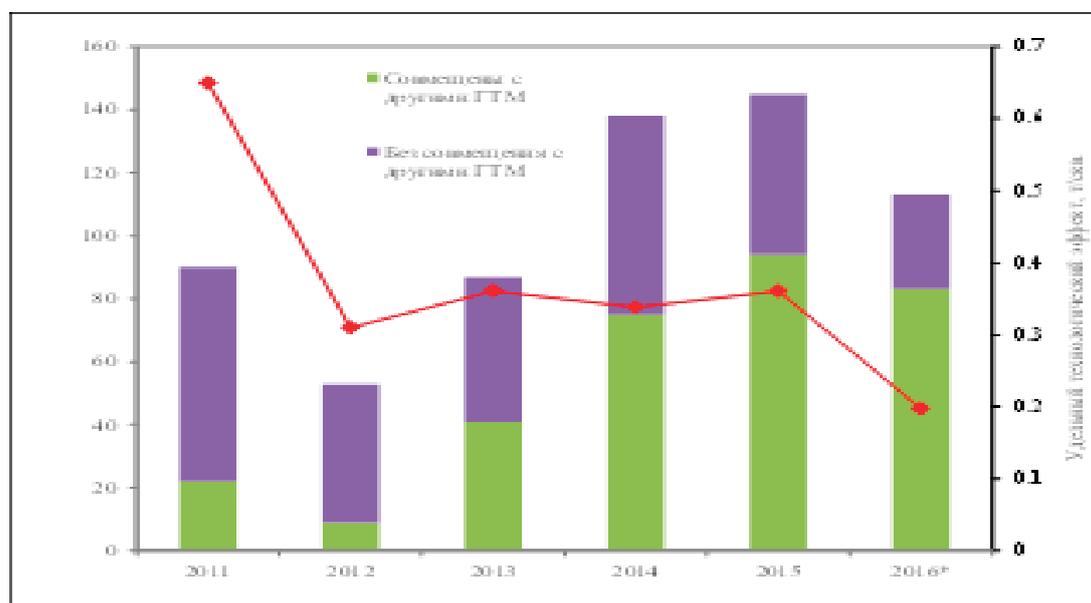


Рис. 1. Динамика проведения ОПЗ и удельной эффективности в 2011–2016 гг.

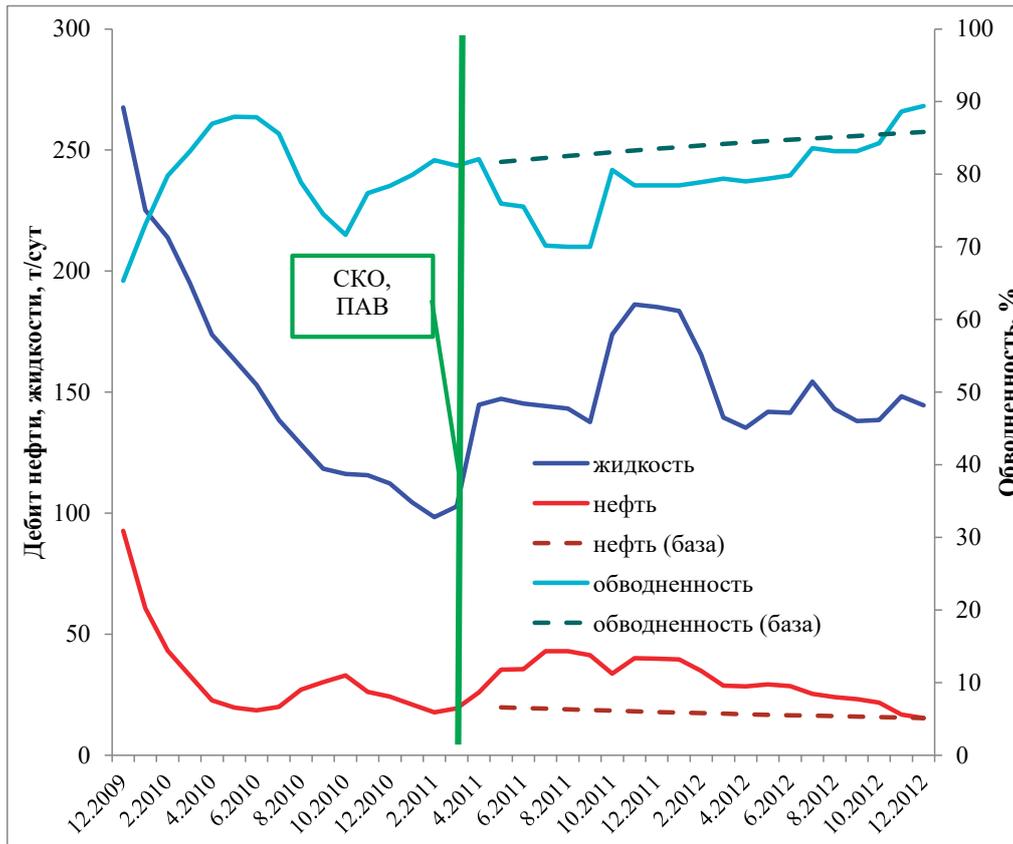


Рис. 2. Динамика работы скважины 3207

операции) выполнялись совместно с другими мероприятиями, такими как дострел, перестрел и оптимизация насосного оборудования. В результате ОПЗ на объекте БС₁₋₅ было дополнительно добыто 12,8 тыс. тонн нефти (без сопутствующих ГТМ), с успешностью проведения работ 62 % и удельным технологическим эффектом 0,5 тыс. тонн нефти.

На пласте БС₈ было проведено пять операций ОПЗ, из которых одна была выполнена при выводе скважины из бездействия, а одна — совместно с изоляцией дренажных нефтяных зон. В результате этих операций дополнительно было добыто 0,8 тыс. тонн нефти (без учета сопутствующих ГТМ), с успешностью выполнения работ 80 % и удельным технологическим эффектом 0,3 тыс. тонн нефти.

На пласте ЮС₂ было проведено 22 операции ОПЗ на 15 скважинах, в том числе 13 операций при выводе скважин из бездействия и переводе на вышележащие пласты. В результате этих работ было дополнительно добыто 1,4 тыс. тонн нефти (без сопутствующих ГТМ), с успешностью проведения работ 64 % и удельным технологическим эффектом 0,2 тыс. тонн нефти.

На пластах ачимовской пачки была проведена ПАВ-обработка скважины 311а при переводе с пласта БС₁₀.

В общей сложности, в период с 2011 по 2016 год в результате проведения ОПЗ на добывающих скважинах было дополнительно добыто 208,2 тыс. тонн нефти, из которых 120,1 тыс. тонн — без сопутствующих ГТМ.

Средний удельный технологический эффект составил 0,6 тыс. тонн на скважину (без учета сопутствующих ГТМ), а средняя продолжительность эффекта составила 8,6 месяцев.

Кроме того, в период с 2011 по 2016 год на месторождении было выполнено 277 операций ОПЗ на нагнетательных скважинах, из которых 251 — на пласте БС₁₀, 25 — на объекте БС₁₋₅ и одна — на пласте БС₈. В этих операциях применялись соляно- и глиноокислотные обработки, а также комплексные обработки призабойной зоны (КОПЗ). Из них 146 операций были проведены совместно с другими ГТМ, такими как вывод из бездействия, перевод в постоянный пластовый добычный (ППД) режим и перфорация.

На пласте БС₁₀ было проведено 251 операция по обработке призабойной зоны (на 207 скважинах). В результате дополнительных работ на окружающих добывающих скважинах было добыто 120,5 тыс. тонн нефти, а среднее увеличение приемистости составило 68 м³/сут.

На объекте БС₁₋₅ было проведено 25 операций ОПЗ, из которых 6 — при переводе в постоянный пластовый добычный режим, а 4 — при выводе скважин из бездействия. Дополнительно было добыто 19,5 тыс. тонн нефти, при этом среднее увеличение приемистости составило 232 м³/сут.

В период с 2011 по 2016 год в результате проведения ОПЗ на нагнетательных скважинах на окружающих добывающих скважинах было дополнительно добыто 141,4

тыс. тонн нефти. Средний удельный технологический эффект составил 0,5 тыс. тонн нефти на одну скважино-обработку.

Опытные работы по применению потокоотклоняющих технологий на Усть-Балыкском месторождении ведутся с 1990 года. В ходе этих работ применялся широкий набор технологий и составов, включая НВЭ-1, ЭПДС, ЭГПАПС, ЭПАПС, сульфостоки, композицию Эра, Гивпан, ПГС Темпоскрин, составы на основе ПАА и жидкого стекла. В период с 2001 по 2009 год использовались ПГС «Темпоскрин», модифицированный сшитый полимерный состав (МСПС), осадко-гелеобразующий состав (ОГОС) и полимерно-коллоидный состав (ПКР-М) [2].

В 2011 году было проведено 6 скважино-обработок с применением технологии ПКР+ВУГ на скважинах пласта БС₁₀. Дополнительно было добыто 4,1 тыс. тонн нефти, а средний удельный технологический эффект составил 0,7 тыс. тонн нефти на скважино-обработку.

В общей сложности, в результате применения потокоотклоняющих технологий на Усть-Балыкском месторождении было добыто 526 тыс. тонн нефти, из которых 325 тыс. тонн — на пласте БС₁₀ и 201 тыс. тонн — на объекте БС₁₋₅. Средний удельный технологический эффект составил 1,4 тыс. тонн дополнительно добытой нефти на одну скважино-обработку. Наиболее эффективной технологией на пласте БС₁₀ оказалась технология на основе растворимого полианионита Гивпан, с средним удельным технологическим эффектом 2,1 тыс. тонн нефти на скважино-обработку, а на объекте БС₁₋₅ — сшитые составы на основе ПАА с эффектом 3,1 тыс. тонн на скважину.

Для будущих работ важно учитывать наличие большого фонда простаивающих скважин, а также выбирать участки с рядом действующих добывающих скважин. При этом на одну обрабатываемую нагнетательную скважину должно приходиться не менее 3 работающих добывающих скважин [3].

Литература:

1. Проект разработки Усть-Балыкского месторождения, 2017 г.
2. Басарыгин, Ю. М. Технология капитального ремонта нефтяных скважин [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ю. М. Басарыгин. — Краснодар: «Советская Кубань», 2018. — 571 с.
3. Мокрушин А. А., Шипилов А. И. Повышение эффективности кислотных обработок в условиях поздней стадии разработки месторождений с карбонатным коллектором (самоотклоняющаяся кислота, большеобъемные обработки призабойной зоны пласта с применением гелей на основе ПАВ) // Нефть. Газ. Новации. — 2010. — № 7. — С. 43–45

Разработка мероприятий по борьбе с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на месторождениях ООО «Лукойл — Западная Сибирь»

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

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

В процессе нефтедобычи на стенках трубопроводов и оборудования могут формироваться плотные отложения, состоящие из твердых углеводородов, парафинов, смол и прочих компонентов нефти. Это явление обусловлено изменением температуры и давления, что вызывает кристаллизацию парафинов и осаждение смолистых веществ. Такие образования приводят к уменьшению диаметра скважин, снижению эффективности работы оборудования и повышенной необходимости в проведении ремонтных работ.

Ключевые слова: АСПО, покрытие, защита, Majorack MPLAG17, дебит.

Для предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) в последние годы активно используются насосно-компрессорные трубы с защитными покрытиями. Эти покрытия эффективно борются с образованием АСПО, а также служат дополнительной защитой от коррозии. На фоне того, что большинство разрабатываемых нефтегазовых месторождений находятся на стадии поздней разработки, проблема образования АСПО становится особенно актуальной. Это явление связано с изменениями температуры и давления нефти в процессе добычи, что способствует образованию

отложений в насосно-компрессорных трубах. Такие отложения могут привести к снижению производительности скважин, а также увеличению частоты ремонтов, что делает поиск эффективных решений необходимым [1].

Применение насосно-компрессорных труб с защитными покрытиями показало свою высокую эффективность в предотвращении образования АСПО, особенно на высокодебитных скважинах, где традиционные методы борьбы с этим явлением оказываются менее результативными. Внутренние покрытия этих труб создают условия, при которых отложения парафинов и смол не образуются

на стенках, что значительно повышает производительность и снижает необходимость в частых ремонтах. Такое решение является особенно выгодным, поскольку позволяет не только решить проблему АСПО, но и защитить оборудование от коррозии, что продлевает срок службы труб и снижает затраты на их замену.

Применение таких труб, несмотря на высокие капитальные затраты, оправдано для скважин с короткими межочистными периодами, когда необходимо максимизировать эксплуатационную эффективность. Эти трубы оснащены специальными покрытиями с высокой степенью гладкости, шероховатость которых не превышает 1,5 микрона, а термостойкость и прочная адгезия с трубой обеспечивают долговечность покрытия. Кроме того, такие трубы обладают хорошими гидравлическими характеристиками, что позволяет снизить потери при перекачке нефтепромысловых жидкостей.

Использование НКТ с защитными покрытиями Majorpack MPLAG17 (рис.1) не только позволяет предотвратить отложения АСПО и коррозию, но и значительно продлевает межремонтный период работы скважин. Это приводит к уменьшению частоты операций по ремонту и замене труб, снижая таким образом эксплуатационные расходы. Внутренние покрытия НКТ обеспечивают надежную защиту, а наличие дополнительных элементов, таких как муфта-маркер и подвесной патрубков, упрощает процесс монтажа и эксплуатации труб в скважинах [2].

Основными преимуществами внутренних защитных покрытий являются предотвращение отложений, снижение затрат на техническое обслуживание, повышение эффективности потока и увеличение срока службы оборудования. Эти покрытия предотвращают накопление парафина, асфальта и смолы, что обеспечивает более плавный

поток жидкости, снижая потребление энергии и расходы на перекачку. Благодаря этому повышается производительность, а оборудование защищается от износа и коррозии, что значительно продлевает срок службы трубопроводов, насосов и компрессоров, а также снижает необходимость в дорогостоящих ремонтах и заменах. Многие защитные покрытия предназначены для работы в экстремальных температурных режимах и агрессивных химических средах, что делает их идеальными для использования в нефтегазовой промышленности.

Одним из примеров успешного применения защитных покрытий является открытие Majorpack MPLAG17, которое прошло промышленные испытания и активно используется на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». В результате его применения время наработки по отказу для объектов, оснащенных трубами с этим покрытием, увеличилось в два и более раза. Это подтверждает высокую эффективность защитных покрытий не только для предотвращения повреждений, но и для защиты от образования АСПО, что значительно продлевает срок службы оборудования [3].

При осмотре насосно-компрессорных труб (НКТ) с покрытием Majorpack MPLAG-17 после эксплуатации на трех скважинах со средней наработкой в течение 423 суток было установлено, что покрытие сохраняет удовлетворительное состояние, обеспечивая его устойчивость. Для анализа эффективности применения данных НКТ можно рассмотреть пример одной скважины. Так, до внедрения НКТ с защитным покрытием, межочистной период на скважине № 6782 составлял 12 суток. После внедрения, частота проведения механических очисток с применением агрегата исследования скважин (АИС) в год сократилась на 73 обработки. Контроль за работой скважины

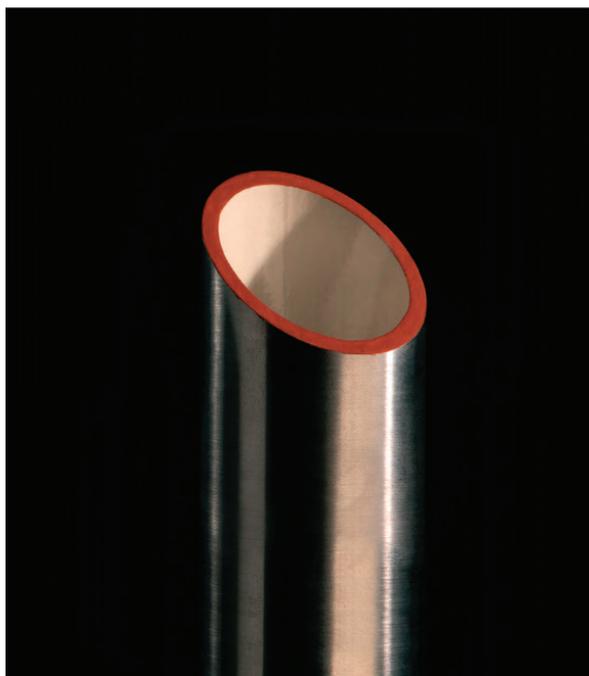


Рис. 1. Покрытие Majorpack MPLAG17

осуществлялся по параметрам термоманометрической системы (ТМС) УЭЦН и автоматическим замерам дебита по АГЗУ. После наработки 128 суток была проведена ревизия НКТ без замены УЭЦН, в ходе которой было установлено, что на внутренней поверхности труб не обнаружено отложений асфальтосмолопарафиновых веществ, а покрытие осталось целым и равномерным, без растрескивания, отслаиваний или расслаиваний. Коррозия на НКТ и резьбовых соединениях также не была выявлена. По результатам осмотра было принято решение о пригодности НКТ с защитным покрытием Majorpack MPLAG17 к дальнейшей эксплуатации.

После проведения мероприятий по применению защитного покрытия на данной скважине был зафиксирован прирост дебита нефти на 2,1 т/сут, что подтверждает эффективность использования защитных покрытий для повышения производительности и надежности оборудования.

Дополнительную добычу нефти от проведения мероприятия по ВЗП на первый год эксплуатации можно определить по формуле:

$$\Delta A = q_n \cdot 365 \cdot K_3 \tag{1}$$

где 365 — количество дней в году;

K_3 — коэффициент эксплуатации новых скважин 0,95.

$$\Delta A = 2,1 \cdot 365 \cdot 0,95 = 728,2 \text{ тонн}$$

Дебит нефти за последующие годы определяется по следующей формуле:

$$q_n = q_{n1} \cdot K_{изм} \tag{2}$$

где q_{n1} — дебит нефти за год, предшествующий расчетному, т/сут;

$K_{изм}$ — коэффициент падения добычи нефти.

Дебит нефти за 2026г

$$q_n = 2,1 \cdot 0,91 = 1,9 \text{ т/сут}$$

Прирост среднесуточного дебита с учетом коэффициента падения добычи нефти представлен в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эффективности ВЗП по трем скважинам

Прирост Qн после внедрения ВЗП, т/сут			Дополнительная добыча нефти, т/год			Дополнительная добыча нефти за 3 года, т
2025	2026	2027	2025	2026	2027	
2,1	1,9	1,7	728,2	658,8	589,5	1976,5

Таким образом, эффективность внутренних защитных покрытий НКТ продемонстрировала положительное влияние на добычу нефти, однако наблюдается тенденция к снижению прироста добычи с каждым годом. В целом,

за трёхлетний период суммарная дополнительная добыча составила 1976,5т, что подтверждает эффективность внедрения ВЗП, но указывает на необходимость дальнейшего анализа их долговременной результативности.

Литература:

1. Васькин М. С. Эксплуатация покрытий серии Majorpack MPLAG и вставок Majorpack Streamer в скважинах системы ППД // Инженерная практика. — № 2. — 2021. — С. 56–58.
2. Абаськин В. Э. Применение насосно-компрессорных труб с внутренним защитным покрытием Majorpack MPLAG17Т на добывающем фонде // Инженерная практика. — № 3. — 2018. — С. 57–59.
3. Иванова Л. В., Буров Е. А., Кошелев В. Н. Асфальтосмолопарафиновые отложения в процессах добычи, транспорта и хранения // Электр. науч. журнал Нефтегазовое дело. — 2011. — No 1. — С. 268–284.

Технология проведения многостадийного гидроразрыва пласта с цементированием горизонтальных скважин с целью разобщения пластов

Арбауи Абдеррахман Ияд, студент магистратуры
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В процессе бурения горизонтальных скважин (ГС) часто возникают сложные ситуации, связанные с поглощением бурового раствора, добычей воды, осаждением горных пород и образованием облаков неустойчивых пород. Эти осложнения могут привести к длительным периодам времени, в течение которых происходят аварийные ситуации, связанные с заторами и заброшенными ямами, что существенно ухудшает эффективность бурения и увеличивает риски.

В таких условиях одной из актуальных задач является разработка конструкции горизонтальной скважины, спроектированной с учетом возможности выборочного разделения горизонтального ствола на отдельные части. Это решение позволяет эффективно управлять отбором жидкости из ствола скважины и остановить процесс добычи в отдельных участках, что дает возможность контролировать и минимизировать последствия возможных аварий и осложнений.

Такой подход способствует улучшению безопасности бурения и снижению рисков, связанных с непредсказуемыми изменениями в геологической среде.

Ключевые слова: МСГРП, разобщение, покер, муфта, горизонтальная скважина.

Технология проведения МСГРП с цементированием горизонтальной части скважины используется для разобщения пластов и предотвращения их пересечений, что способствует увеличению эффективности добычи. Этот процесс включает в себя нагнетание жидкости с высоким давлением для разрушения пласта и последующим цементированием горизонтальной части скважины, что помогает удерживать стабильность скважины и предотвращать потерю притока.

Цель данной технологии — обеспечить надежную изоляцию пластов, что позволяет минимизировать взаимное влияние различных слоев, в частности, между водоносными и нефтеносными пластами. Цементирование горизонтальной части скважины в этом контексте служит важной защитой для предотвращения миграции воды и улучшения нефтедобычи.

Технология требует точного контроля давления и точного выбора состава цементной смеси для обеспечения качественного выполнения задачи.

Конструкция безрамного щелевого фильтра отличается наличием единой фильтрующей поверхности, что исключает образование мертвых зон и существенно снижает гидравлические потери при поступлении жидкости в скважину. Загрязнения, которые накапливаются на фильтрующей поверхности, могут быть эффективно удалены с помощью обратной промывки, что упрощает процесс очистки и способствует увеличению срока службы фильтра [1].

Тем не менее, существует риск накопления металлических остатков буровой шапки на забое скважины. Это требует проведения длительной промывки фильтрующего интервала для нормализации состояния забоя. В некоторых случаях целесообразно дополнительно установить шламоуловитель, чтобы предотвратить накопление частиц как в фильтре, так и в забое скважины.

Для возможности перекрытия зоны притока при работе горизонтальной скважины рекомендуется оснащать зону фильтрации изолирующим пакером. Это обеспечит дополнительную герметичность и контроль за фильтрацией. На рис. 1 показан несвязанный хвостовик, футерованный фильтром типа ФВ и оборудованный изолирующим пакером.

Нецементные хвостовики с компонентами многостадийного гидроразрыва пласта (МСГРП) считаются одним из наиболее эффективных методов интенсификации притока из пластов с низкими коллекторскими свойствами. Эти хвостовики позволяют улучшить дренирование и значительно увеличить продуктивность скважин. Рекомендуется использовать муфты МСГРП для проведения гидроразрыва на всем горизонтальном участке последовательно. Изначально планировалось разделить производственный интервал на несколько зон (от 50 до 150 м) и включить в комплект хвостовика перегородочные пакеры (надувные или гидравлические), а также установить пять муфт МСГРП [2].

Нецементные хвостовики с пакерами и портами для многостадийного гидроразрыва спускаются и устанавливаются в заранее выбранные интервалы, определенные по результатам геофизических исследований скважин (ГИС). Готовый компонент раствора может быть оснащен шаровым краном или регулируемым клапаном для обеспечения точности закачки и контроля процессов.

Бурение горизонтальных скважин с последующей многозонной интенсификацией (МЗСГС, МСГРП) оказалось лучшим методом разработки низкопроницаемых пластов, что показано на рис.2. Кроме того, компонент МСГРП имеет важное преимущество в том, что он позволяет изолировать водоносные интервалы в процессе окончания работы, что способствует улучшению долговечности скважины и увеличению ее общей эффективности.

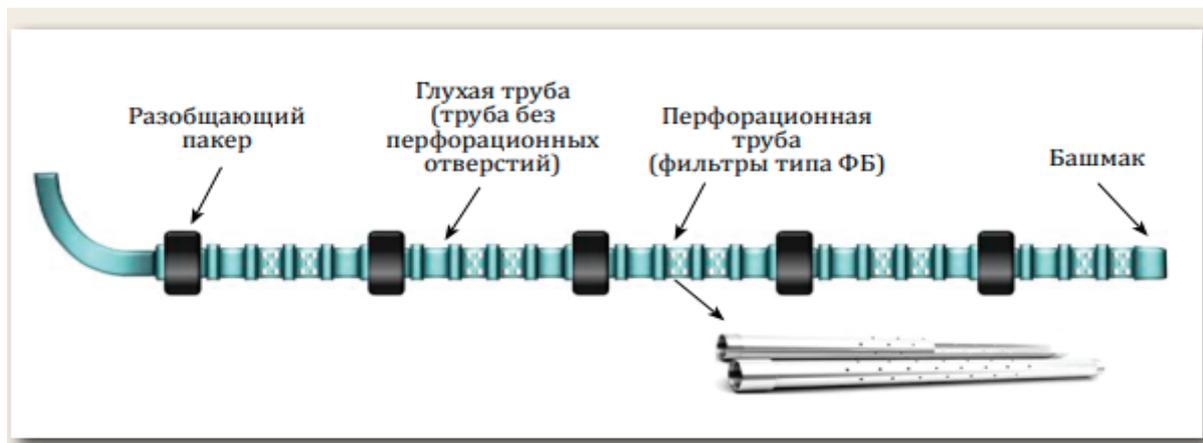


Рис. 1. Нецементируемый фильтр с разобщающими пакерами

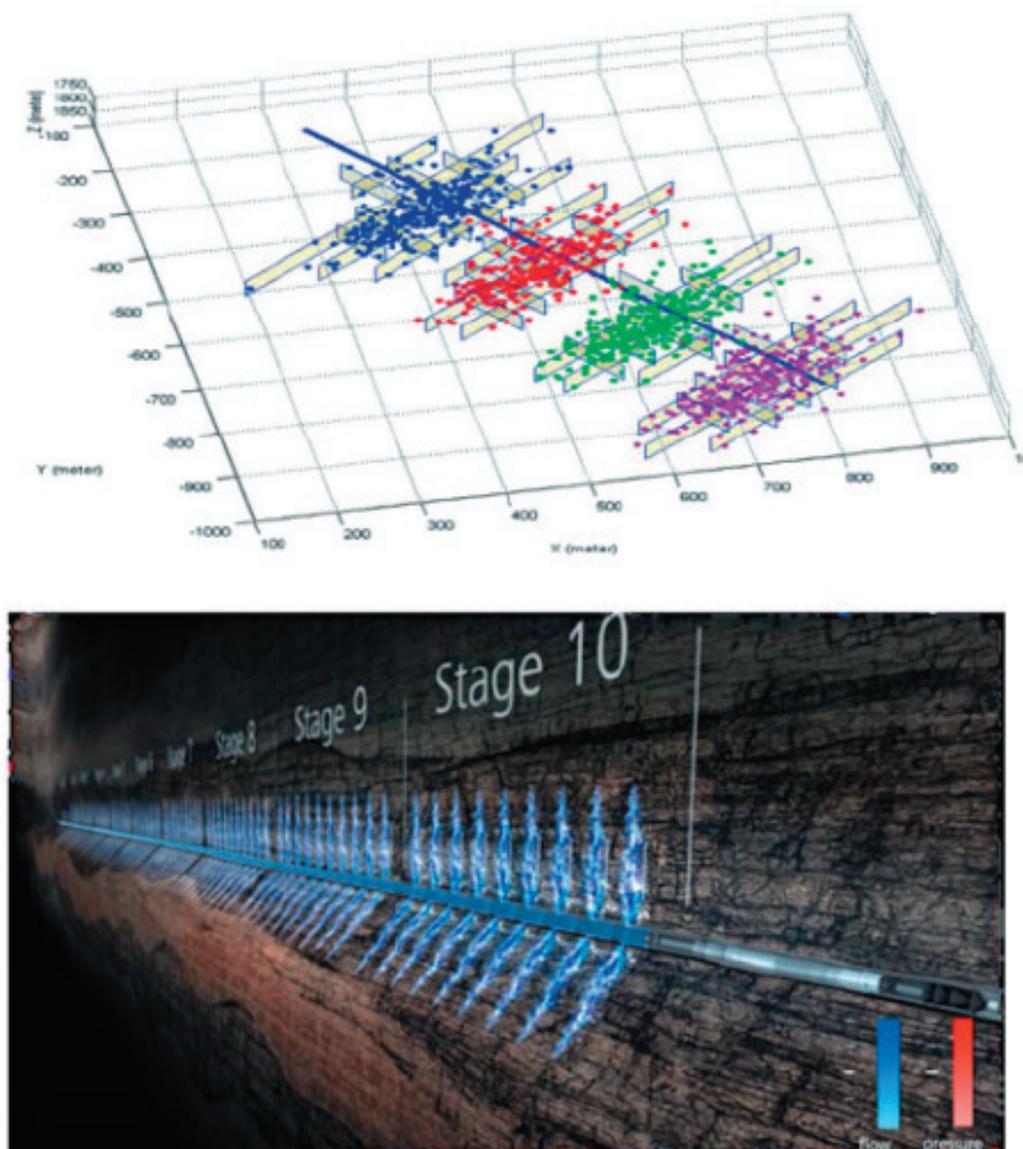


Рис. 2. Технология МСГРП

Компания «Трайкан» готовится представить новые компоненты BPS, которые использовались в России, а также результаты разработки, завершённой в конце 2012 года. В частности, они представят системы заканчивания i-Frac и i-Valve, которые предназначены для применения в открытом стволе при многостадийном гидроразрыве пласта. Системы iFrac SEM и i-Valve SEM предназначены для изменения отверстий с помощью корпуса.

Система i-FRAC применима для колонн диаметром 114 мм или хвостовиков диаметром 140 мм и включает подвижную муфту, активируемую шаром (см. рис. 3). При использовании одной обсадной колонны возможно выполнение до 40 стадий гидроразрыва на каждой стадии. На каждом интервале гидроразрыва можно использовать до 10 обсадных труб, и в итоге гидроразрыв может охватывать до 15 зон. Для изоляции отдельных участков применяются гидравлические или надувные пакеры [3].

Процесс многостадийного гидроразрыва с системой i-FRAC и одновременная активация нескольких муфт на одном интервале происходит в несколько этапов. На первом этапе с помощью пакера закрепляется подвеска на основной колонне. Затем при нажатии на шарик минимального диаметра размыкаются муфты на нижнем промежутке, и шарик фиксируется в последнем седле. После этого проводится гидроразрыв через несколько портов в пределах данного интервала, и следующий шар опускается. В случае, если коллектор имеет достаточную энергию, шар вымывается на поверхность или пробуривается в стволе скважины.

Принцип работы системы i-FRAC с отверстиями в обсадной колонне аналогичен предыдущему описанию. Она применяется для изоляции интервала, при этом не используется пакер, а применяется цементирование скважины. Горизонтальная часть скважины цементируется, а затем выполняется гидроразрыв пласта или операция

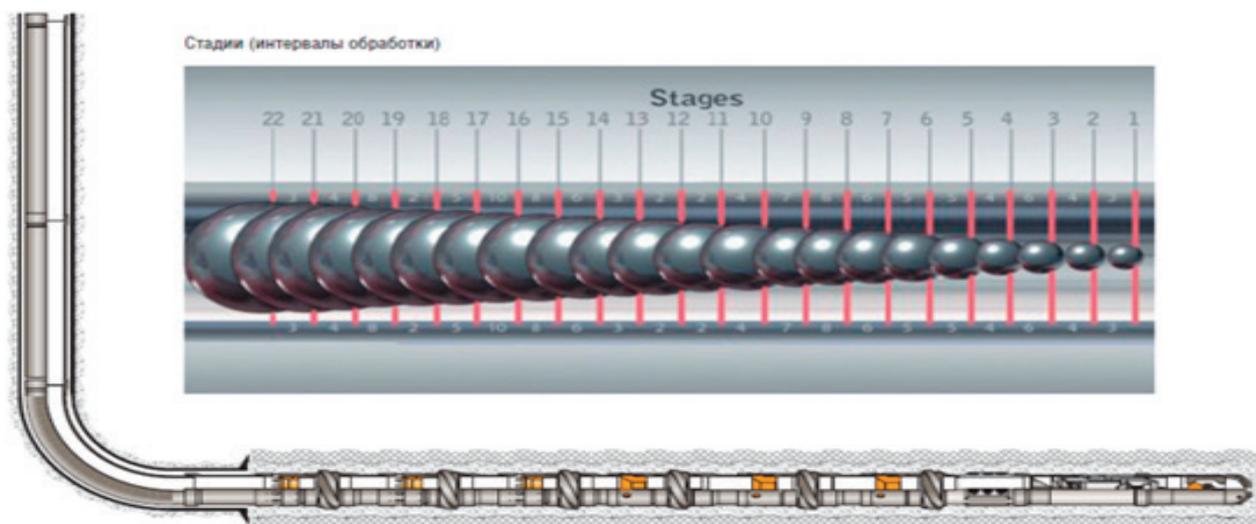


Рис. 3. Система i-FRAC для обсаженного ствола

БНТ. Для каждого интервала используется только одна втулка, и система может обрабатывать до 40 интервалов. Альтернативно, система может работать с 22 ступенями, каждая из которых включает 20 муфт, что позволяет осуществить до 440 операций ГПП. Муфта каждой ступени открывается с помощью шарика.

Система i-FRAC с обсаженным стволом дает наилучшие результаты при проведении кислотного гидро-разрыва пласта или БНТ в карбонатных коллекторах. Хотя эта система также может использоваться для обычного гидро-разрыва трещин, перпендикулярных стволу скважины, важно отметить, что традиционный гидро-разрыв в карбонатных коллекторах не всегда эффективен, и его следует использовать реже. Эта технология демонстрирует высокую эффективность при создании продольных трещин, параллельных стволу скважины, что увеличивает площадь контакта с трещинами и обеспечивает более интенсивный приток через равные промежутки времени.

На момент создания материала компания Trican не имела опыта внедрения системы i-FRAC в России. Вся история применения системы принадлежит Северной Америке. Были выполнены 36 заканчиваний открытого ствола и гидро-разрыва пласта в 568 интервалах (стадиях), при этом произошел отказ из-за прорыва хвостовика. В процессе цементирования было установлено 27 систем с 916 стыками, и обработано 261 интервал. По информации Д.

Пелевина, произошло три аварии: одна из-за заводского дефекта системы заканчивания, другая — из-за отказа цементирующего оборудования, а третья — из-за мгновенного схватывания цемента.

На Самотлорском месторождении компания Trican Well Service Ltd использовала другую систему MSF, названную BPS (Burst Port System). Эта система входит в скважину через НКТ диаметром 114 мм или 139 мм с герметичными стыками и предварительно фрезерованными и запаянными отверстиями, которые открываются под определенным давлением. Для выполнения ГПП используются различные типы муфт, в том числе с открытыми проушинами. Система BPS выполняет операции в стволе скважины после ГПП, что делает ее системой заканчивания для полной скважины.

Все перечисленные методы могут быть применены в пластах с низкой проницаемостью, однако для каждой конкретной ситуации существуют свои особенности и рекомендации. При равных условиях первые две системы (с шаровой опорой) могут обеспечить более высокий приток пласта при использовании нескольких муфт на ступень, но при низком пластовом давлении их необходимо бурить. Система BPS™ требует более тщательной подготовки скважины. В любом случае, когда применяются системы цементирования, к процессу цементирования предъявляются высокие требования для обеспечения его эффективности.

Литература:

1. Куренов, М.В., Особенности использования разбухающих пакеров для разобщения горизонтальных участков скважин на шельфе Каспийского 105 моря / М. В. Куренов, Д. В. Елисеев // Вестник Астраханского ГТУ. — 2011. — № 2 (52). — С.69–72.
2. Хисамов Р. С. Технология управляемой эксплуатации скважин с горизонтальным окончанием / Р. С. Хисамов [и др.] // Нефтяное хозяйство. — 2010. — № 12. — С. 110–112.
3. Торопынин В. В. Совершенствование технических средств для разобщения пластов и изоляции межпластовых перетоков / В. В. Торопынин [и др.] // Бурение и нефть. — 2009. — № 12. — С.49–51.

Исследование системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б

Гаврилов Александр Геннадьевич, студент магистратуры
Научный руководитель: Благодарный Николай Семенович, кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

К надежности, точности и энергоэффективности современных лифтовых систем предъявляются высокие требования. В частности, системы управления электроприводами лифтов должны обеспечивать плавный ход, точную остановку на заданных этажах и минимальное потребление электроэнергии. Лифт ШЛЗ ПП-0610Б является распространенной моделью, широко используемой в жилых и административных зданиях, и оптимизация его системы управления представляет значительный практический интерес.

Цель исследования. Целью данного исследования является анализ и оценка эффективности существующей системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б, выявление потенциальных областей для модернизации и разработка рекомендаций по улучшению ее характеристик.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы следующие методы: анализ технической документации на лифт ШЛЗ ПП-0610Б, моделирование работы электропривода с использованием программного обеспечения SimInTech, проведение экспериментальных измерений параметров работы лифта в реальных условиях эксплуатации, статистическая обработка результатов измерений.

Результаты. Анализ технической документации позволил выявить основные принципы работы системы управления электроприводом, включая алгоритмы регулирования скорости и положения кабины лифта. Моделирование показало, что существующая система управления обладает запасом по быстродействию, но может быть улучшена с точки зрения точности позиционирования и энергопотребления. Экспериментальные измерения подтвердили результаты моделирования и позволили оценить влияние различных факторов, таких как нагрузка кабины и температура окружающей среды, на характеристики работы лифта. Статистическая обработка результатов измерений позволила определить параметры, наиболее сильно влияющие на точность остановки и энергоэффективность.

Ключевые слова: система, управление, электропривод, управление электроприводом, лифт, ШЛЗ ПП-0610Б.

Введение

В современном мире лифтовое оборудование является неотъемлемой частью инфраструктуры высотных зданий. Эффективная и безопасная работа лифтов напрямую зависит от совершенства их систем управления электроприводом. Электропривод, в свою очередь, представляет собой сложную систему, включающую в себя электродвигатель, преобразователь частоты, датчики обратной связи и контроллер, обеспечивающий точное и плавное перемещение кабины лифта. В данной статье будет проведено всестороннее исследование системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б, с акцентом на анализ ее функциональных особенностей, алгоритмов работы и возможностей оптимизации. Целью исследования является выявление потенциальных путей повышения энергоэффективности, надежности и безопасности работы лифта, а также снижение эксплуатационных расходов.

Основная часть

Лифт ШЛЗ ПП-0610Б представляет собой типовое решение для административных зданий средней этажности. Основные технические характеристики лифта включают в себя грузоподъемность, скорость движения, количество остановок и тип используемого привода. Электропривод лифта ШЛЗ ПП-0610Б, как правило, реализован на базе асинхронного двигателя переменного

тока с частотным регулированием. Преобразователь частоты обеспечивает плавный пуск и остановку двигателя, а также регулирование скорости движения кабины лифта в зависимости от нагрузки и заданного направления. В систему электропривода входят датчики положения кабины, датчики тока и напряжения, обеспечивающие обратную связь для точного управления двигателем и контроля его состояния. [3]

Алгоритм работы системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б можно описать следующим образом: [4]

1. Получение команды: Пассажир нажимает кнопку вызова на этаже.
2. Определение направления: Система определяет направление движения кабины (вверх или вниз).
3. Запуск двигателя: Система запускает двигатель в нужном направлении с использованием пусковых реостатов (для двигателей с фазным ротором)
4. Регулирование скорости: Система регулирует скорость движения кабины в зависимости от направления и нагрузки.
5. Остановка на этаже: При приближении к нужному этажу система снижает скорость и останавливает кабину точно на уровне этажа.
6. Открытие дверей: После остановки кабины система открывает двери.
7. Ожидание: Система ожидает загрузки/выгрузки пассажиров.



Рис. 1. Лифт ШЛЗ ПП-0610Б

8. Закрытие дверей: После завершения загрузки/выгрузки система закрывает двери.

9. Повторение цикла: Система готова к выполнению следующей команды.

Эксплуатация лифтов ШЛЗ ПП-0610Б сопряжена с рядом типичных проблем, связанных с управлением электроприводом. Эти проблемы могут привести к снижению надежности работы лифта, увеличению времени простоя и даже к созданию опасных ситуаций. Проанализируем проблемы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б. [1]

Одним из эффективных способов повышения надежности и эффективности управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б является использование частотных преобразователей (ЧП). ЧП позволяют плавно регулировать скорость вращения двигателя, снижать пусковые токи, обеспечивать более точное позиционирование кабины и снижать энергопотребление. [5]

Исследование системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б позволило выявить ее функциональные особенности, алгоритмы работы и возможности оптимизации. Анализ энергоэффективности, надежности и безопасности системы показал, что существуют потенциальные пути повышения этих параметров. Внедрение современных микроконтроллеров, алгоритмов управления, энергоэффективных преобразователей частоты и систем удаленного мониторинга и управления может значительно улучшить эксплуатационные характери-

стики лифта и снизить эксплуатационные расходы. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и внедрение конкретных технических решений, основанных на полученных результатах, с целью создания более эффективных, надежных и безопасных лифтовых систем. Необходимо также учитывать тенденции развития лифтовой индустрии, такие как интеграция с системами «умного дома» и использование искусственного интеллекта для управления лифтовым оборудованием.

Заключение

Результаты исследования показали, что существующая система управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б обладает определенными достоинствами, но также имеет ряд недостатков. В частности, точность позиционирования кабины лифта может быть улучшена за счет использования более современных алгоритмов управления, таких как ПИД-регулятор с адаптивной настройкой параметров. Снижение энергопотребления может быть достигнуто за счет оптимизации траектории движения кабины и использования рекуперативного торможения.

Проведенное исследование позволило получить ценную информацию о работе системы управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б. На основании полученных результатов были разработаны рекомендации по модернизации системы управления, направленные на по-

Таблица 1. Анализ проблем управления электроприводом лифта ШЛЗ ПП-0610Б

Проблема	Возможные причины	Пути решения
Рывки при пуске и торможении	Неисправность пусковых реостатов, износ тормозных колодок, неправильная регулировка тормоза	Проверка и замена пусковых реостатов, замена тормозных колодок, регулировка тормоза
Неточность останова на этаже	Неисправность датчиков положения кабины, неправильная регулировка системы управления	Проверка и замена датчиков положения кабины, калибровка системы управления, проверка энкодера (если установлен)
Перегрузка двигателя	Превышение грузоподъемности, неисправность датчиков перегрузки, заедание механических частей	Контроль грузоподъемности, проверка и замена датчиков перегрузки, устранение заеданий, проверка состояния редуктора
Повышенный шум при работе	Износ подшипников двигателя, вибрация механических частей, ослабление креплений	Замена подшипников двигателя, балансировка механических частей, подтяжка креплений
Отказ системы управления	Неисправность реле, ПЛК, проводки, датчиков	Диагностика и замена неисправных компонентов, проверка целостности проводки, обновление программного обеспечения ПЛК
Замедленное движение кабины	Износ канатов, снижение напряжения в сети, неисправность двигателя	Замена канатов, проверка напряжения в сети, диагностика и ремонт двигателя
Непроизвольная остановка кабины	Срабатывание устройств безопасности, неисправность датчиков, перебои в электропитании	Проверка и устранение причин срабатывания устройств безопасности, проверка датчиков, установка источника бесперебойного питания (ИБП)
Проблемы с открытием/закрытием дверей	Неисправность дверного привода, загрязнение направляющих, неисправность датчиков положения дверей	Обслуживание и ремонт дверного привода, очистка направляющих, проверка и замена датчиков положения дверей

вышение точности позиционирования, снижение энергопотребления и повышение надежности работы лифта. Предложенные рекомендации могут быть использованы для улучшения характеристик лифтов ШЛЗ ПП-0610Б, находящихся в эксплуатации, а также при разработке новых

моделей лифтов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку и внедрение адаптивных систем управления, способных учитывать изменяющиеся условия эксплуатации лифта и обеспечивать оптимальные характеристики его работы.

Литература:

1. Виноградов, К. М. Модернизация электропривода грузового лифта / К. М. Виноградов, Е. В. Казаков // Студенческая наука института открытого и дистанционного образования: Сборник материалов 1-й студенческой научной конференции, Челябинск, 04 июня 2020 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет, Институт открытого и дистанционного образования. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. — С. 79–82. — EDN WFLKLG.
2. Носенко, И. А. Применение микропроцессорной платформы Arduino в учебной среде для изучения возможности модернизации лифтовых установок / И. А. Носенко, Ю. С. Курников // Современные прикладные исследования: Материалы шестой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 2-х томах, Шахты, 16–18 марта 2022 года. Том 1. — Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, 2022. — С. 336–340. — EDN MINDNQ.
3. Осипов, М. С. Изменение системы «Преобразователь частоты — асинхронный двигатель» в лифтовых механизмах / М. С. Осипов // Наука. Технологии. Инновации: XVII Всероссийская научная конференция молодых ученых: Сборник научных трудов в 11-ти частях, Новосибирск, 04–08 декабря 2023 года. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2024. — С. 133–135. — EDN TRMLEZ.
4. Роженцова, Н. В. Разработка автоматизированной системы управления электроприводом пассажирского лифта с использованием языков стандарта МЭК 61131-3 / Н. В. Роженцова, Н. К. Афонина, Н. А. Савин // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. — Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-полиграфическая компания «Бриг», 2022. — С. 90–92. — EDN DVEJTE.
5. Садыков, Д. Н. Исследование динамики движения лифта при различных видах задания скорости приводного электродвигателя / Д. Н. Садыков, И. В. Бочкарев // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. — 2020. — № 2(54). — С. 88–95. — EDN OVKSPV.

Автоматизация добычи нефти погружными центробежными насосами

Исмаил Мохамед Яссер Амин, студент

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке (Республика Башкортостан)

На сегодняшний день нефтедобыча значительно развилась, и на большинстве месторождений мира нефть извлекается с помощью насосного метода. В этом процессе используются специальные насосы, которые спускаются на определенную глубину, и энергия для их работы может передаваться различными способами.

Предприятия, производящие нефтедобывающее оборудование и его компоненты, ориентированы на то, чтобы их продукция соответствовала установленным стандартам. Основным элементом таких установок — погружной центробежный насос, который состоит из нескольких ступеней, включая рабочее колесо и направляющий аппарат.

Ключевые слова: автоматизация, погружные центробежные насосы, нефтедобыча, контроль, SCADA, обслуживание, электроцентробежный насос.

Автоматизация добычи нефти с использованием погружных центробежных насосов является важным элементом современных технологий нефтедобычи, направленным на повышение эффективности и надежности работы скважин, особенно в условиях с низким дебитом или сложной геологической обстановки. Основная цель автоматизации заключается в том, чтобы обеспечить постоянный мониторинг ключевых параметров, таких как производительность насосов, уровень жидкости в скважине, температура и давление на входе и выходе. Это позволяет оперативно реагировать на изменения в параметрах добычи и эффективно управлять насосами в зависимости от колебаний дебита и свойств пластового флюида.

Важнейшими аспектами автоматизации являются управление режимами работы насосов, что позволяет минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций, а также защита от перегрузок, высоких температур и давлений. Используемые системы управления, такие как программируемые логические контроллеры и системы SCADA, обеспечивают интеграцию всех компонентов оборудования, включая датчики, насосы и исполнительные механизмы. Эти системы собирают, обрабатывают и отображают данные в реальном времени, что способствует эффективному контролю за процессами добычи и повышает уровень предсказуемости работы оборудования.

Кроме того, автоматизация позволяет проводить предиктивное обслуживание, что снижает риск неожиданных поломок и сокращает затраты на неэффективные ремонты. В результате таких усовершенствований происходит повышение производительности и стабильности работы насосных установок, что в конечном итоге способствует увеличению срока их службы и повышению общей безопасности эксплуатации нефтяных скважин.

Установки электроцентробежных насосов предназначены для добычи нефти в условиях высокой обводнённости и снижения пластового давления. Установка (рис.1) состоит из погружного насосного агрегата, кабельной линии, которые спускаются в скважину на насосно-компрессорных трубах, и наземного электрооборудования, включая трансформаторную подстанцию.

Их применение позволяет эффективно поднимать на поверхность смесь нефти, воды и газа, обеспечивая стабильную добычу и увеличивая коэффициент нефтеотдачи пластов. Основная задача УЭЦН заключается в создании необходимого давления для транспортировки продукции из глубинных горизонтов на поверхность, что особенно важно в условиях сложного геологического строения и деградации пластового давления [1].

Конструкция УЭЦН включает в себя несколько взаимосвязанных элементов. Электродвигатель ПЭД, расположенный в нижней части установки, преобразует электрическую энергию в механическую и приводит в действие вращение рабочих органов насоса. Он защищён герметичным корпусом, устойчивым к воздействию высоких температур и агрессивной среды, что делает его важным элементом надежности всей системы.

Электроцентробежный насос состоит из нескольких ступеней рабочих колес и направляющих аппаратов, что позволяет эффективно перекачивать жидкость на поверхность. Рабочие колеса создают центробежную силу, которая перемещает жидкость вверх по колонне труб. Уравнительная камера выполняет функцию защиты двигателя от проникновения рабочей среды, обеспечивая герметичность и компенсируя температурные изменения объёма масла.

Наземный блок управления оснащён частотным преобразователем, который позволяет регулировать скорость вращения насоса в зависимости от текущих условий эксплуатации, что способствует оптимизации работы и снижению энергозатрат. Вспомогательные элементы, такие как газосепараторы, устраняют из жидкости газовую фазу, которая может нарушить работу насоса, а фильтры защищают оборудование от абразивных частиц, предотвращая засоры.

Гидрозащита предназначена для предотвращения попадания пластовой жидкости в двигатель, компенсации объёмных изменений масла и передачи крутящего момента. Она работает за счет системы компенсационных камер, которые нивелируют колебания объёма масла, и герметизации вала, защищая двигатель от абразивного износа.



Рис. 1. Схема УЭЦН

Станция управления предназначена для подачи электроэнергии на электродвигатель УЭЦН, регулирования его работы, защиты от аварийных режимов и мониторинга параметров системы. Она контролирует частоту вращения двигателя, напряжение, ток, защищает от перегрузок, перегрева и сухого хода, а также обеспечивает автоматическое отключение в критических ситуациях и передачу данных оператору для дистанционного управления установкой [2].

Для эффективного контроля технологических процессов, обеспечения соблюдения заданных режимов работы оборудования и организации дистанционного автоматизированного управления, применяются специализированные информационные системы, известные как автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

Нижний уровень автоматизации, или «местный» уровень, который отвечает за работу на объекте, схематически изображен на рис.2. На этом уровне происходит сбор данных с датчиков, первичная обработка определенных данных, выполнение местного управления в соответствии с технологическими алгоритмами, алгоритмами противоаварийных защит и блокировок, а также передача команд управления от операторов с верхнего уровня.

Современные АСУТП, используемые на нефтедобывающих предприятиях, представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы. Их архитектура, состав и интерфейсы варьируются, и они могут быть как коммерческим продуктом специализированных компаний, так и запатентованным решением, разработанным непосредственно нефтедобывающей компанией для собственных нужд [3].

На сервере сбора данные с кустовых площадок обрабатываются и преобразуются в форму, удобную для производственных нужд и аналитики. В процессе работы выполняются различные вычисления и преобразования, результаты которых сохраняются в базе данных для дальнейшего анализа с учетом исторических изменений (трендов, тенденций и прочее).

Так как сервер сбора напрямую взаимодействует с технологическим оборудованием, через него передаются команды дистанционного управления, а также собирается первичная информация. Поэтому на сервере используется операционная система реального времени (например, одна из UNIX-подобных систем) и специализированное программное обеспечение. Оно в реальном времени опрашивает кустовые контроллеры сбора, обрабатывает полученные данные и записывает их в базу данных, например, российскую Линтер, которая обеспечивает быструю вставку данных, что критически важно для систем реального времени.

Однако автоматизация на этом не заканчивается. Для дальнейшего производственного анализа и централизованной обработки данных с разных месторождений предприятия данные с серверов сбора на цеховом уровне собираются и передаются на единый сервер центральной инженерно-технологической службы (ЦИТС) предприятия, как показано на рис.3.

На сервере центральной инженерно-технологической службы (ЦИТС) агрегируются данные со всех нефтедобывающих объектов, включая не только кустовые площадки, но и другие части предприятия. Эти данные становятся доступны для всех сотрудников, участвующих в процессе нефтедобычи, в зависимости от их полномочий и долж-

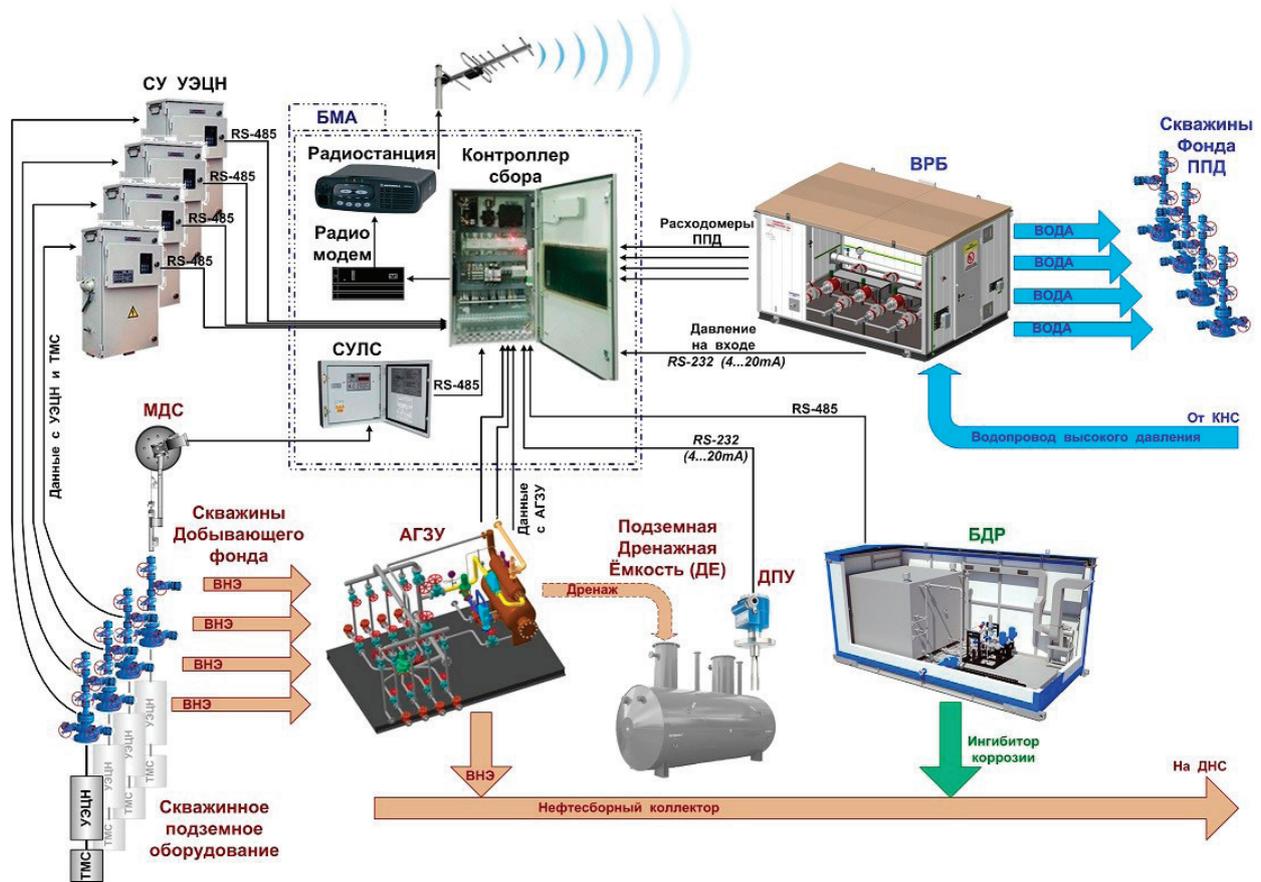


Рис. 2. Схема автоматизации куста скважин

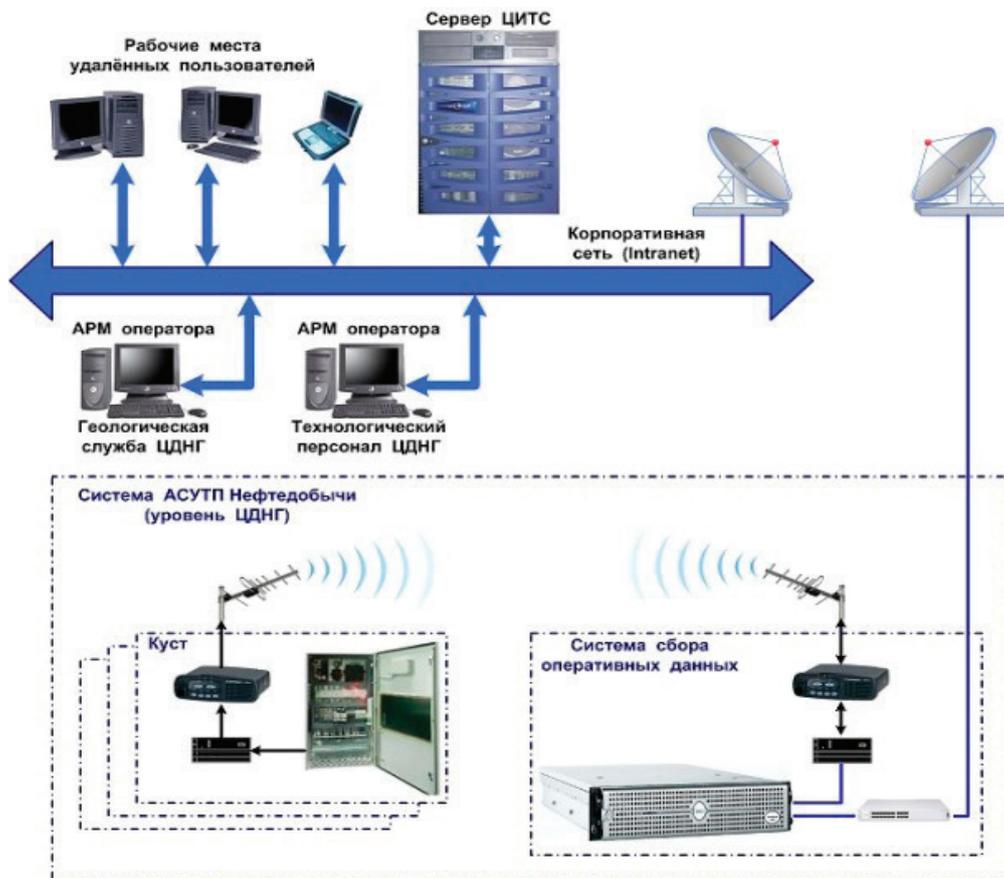


Рис. 3. Схема сбора данных с нефтепромысла

ностных инструкций. На сервере ЦИТС работает специализированное программное обеспечение, которое обеспечивает долговременное хранение данных и предоставляет специалистам возможность получать отчетные формы в виде таблиц, графиков и оперативных панелей (мнемосхем).

Кроме того, данные с сервера ЦИТС выводятся на видеостену диспетчеров ЦИТС, которые занимаются оперативно-диспетчерским управлением. Это позволяет централизованно и в реальном времени контролировать весь процесс добычи нефти, а также все смежные процессы, происходящие на объектах предприятия.

Литература:

1. Тырсин Ю. А. Эксплуатация скважин, оборудованных установками электроцентробежных насосов / Ю. А. Тырсин, В. Н. Коротков, А. В. Ситченков [и др.]. — Самара: Самаранефтегаз, 2009. — 160 с.
2. Кудинов В. И. Основы нефтегазового дела / Ин-т компьютерных исследований; Удмуртский ун-т. — М.; Ижевск, 2005. — 720 с.
3. Масляницын А. П. Автоматизация технологического процесса добычи нефти погружным центробежным насосом: дис... кандидата технических наук: 05.13.07 / Самарская гос. архитектурно-строит. академия. — Самара, 1999. — 268 с.

Установка для определения смазывающих свойств автомобильных технических жидкостей в эксплуатации

Кривцов Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент;
 Яковлев Владимир Максимович, студент;
 Турушев Андрей Евгеньевич, студент;
 Кондратьев Константин Дмитриевич, студент;
 Кушаев Алексей Евгеньевич, студент
 Иркутский национальный исследовательский технический университет

Статья описывает конструкцию и работу машины трения, созданной на основе метода четырёх шариков, которая позволяет изучать изменения смазочных характеристик автомобильных технических жидкостей и масел в реальных условиях эксплуатации. Выполнена калибровка установки для измерения смазочных свойств, а также определена зависимость частоты вращения от величины напряжения тока.

Ключевые слова: смазывающие свойства, машина трения, моторное масло.

Installation for determining the lubricating properties of automotive technical fluids in operation

Krivtsov Sergey Nikolayevich, doctor of technical sciences, associate professor;
 Yakovlev Vladimir Maksimovich, student;
 Turushev Andrey Evgenyevich, student;
 Kondratiev Konstantin Dmitriyevich, student;
 Kushaev Alexey Evgenyevich, student
 Irkutsk National Research Technical University

The article describes the design and operation of a friction machine based on the four-ball method, which makes it possible to study changes in the lubricating characteristics of automotive technical fluids and oils in real-world operating conditions. The installation for measuring the lubricating properties has been calibrated, and the dependence of the rotation speed on the voltage has been determined.

Keywords: lubricating properties, friction machine, engine oil.

Моторное масло играет ключевую роль в защите деталей двигателя от износа и обеспечении плавной работы всех механизмов. Правильный выбор смазочного материала помогает уменьшить потребление топ-

лива и поддерживает стабильную работу двигателя, увеличивая его срок службы и улучшая динамику автомобиля. Однако со временем масло утрачивает свои полезные качества и нуждается в замене [1,2]. Оптимальным

решением будет замена масла исходя из его текущего состояния [3]. Так как главная функция масла заключается в снижении трения и износа, определение его смазывающих свойств представляет собой важную задачу [4,5].

Дизельное топливо также должно обладать смазывающими свойствами, поскольку от этого напрямую зависит надежность топливной аппаратуры [6,7,8].

Смазочные свойства оцениваются с помощью машин трения, где поверхности трения разделяются масляной прослойкой. Для проведения испытаний используют различные типы устройств, включая машины с четырьмя шариками, а также машины, работающие по методикам Тимкена, Нима, Фалекса, Алмена-Виланда и другим [9,10]. Для быстрого определения трибологических характеристик моторных масел после определенного периода работы (пробега) мы создали и модернизировали специальное устройство трения, использующее метод четырех шариков [11].

Электродвигатель 1 приводит во вращение обойму подшипника, соприкасающуюся с шарами в обойме 3 наполненной испытуемым маслом. Обойма 3 прижимает шары к шару 1 при помощи рычага 4 и давления груза 5.

Переменное напряжение 220 вольт питает регулятор тока 6, который в свою очередь преобразует 220 вольт переменного тока в 5 вольт постоянного и питает электродвигатель.

Общий вид машины трения представлен на рисунке 3.

Технические характеристики машины трения:

1. Электродвигатель:
 - а) Мощность 0,055 кВт;
 - б) Частота вращения 3700 об / мин.
2. Размеры машины трения (Д x Ш x В): 37,5 x 37,5 x 75 мм.
3. Шарик:
 - а) $\varnothing = 12$ мм.
4. Размеры обоймы (Д x Ш x В): 37 x 37 x 30 мм.
5. Размер платформы (Д x Ш x В): 240 x 95 x 80 мм.

Для того чтобы проверить погрешность измерения напряжения и тока было проведена тарировка, её результаты приведены на рисунке 4.

Путем изменения напряжения питания была выявлена зависимость частоты вращения от напряжения (рисунок 5).

Установлено, что минимальное напряжение питания не должно быть ниже 4 В, а максимальный ток не превы-

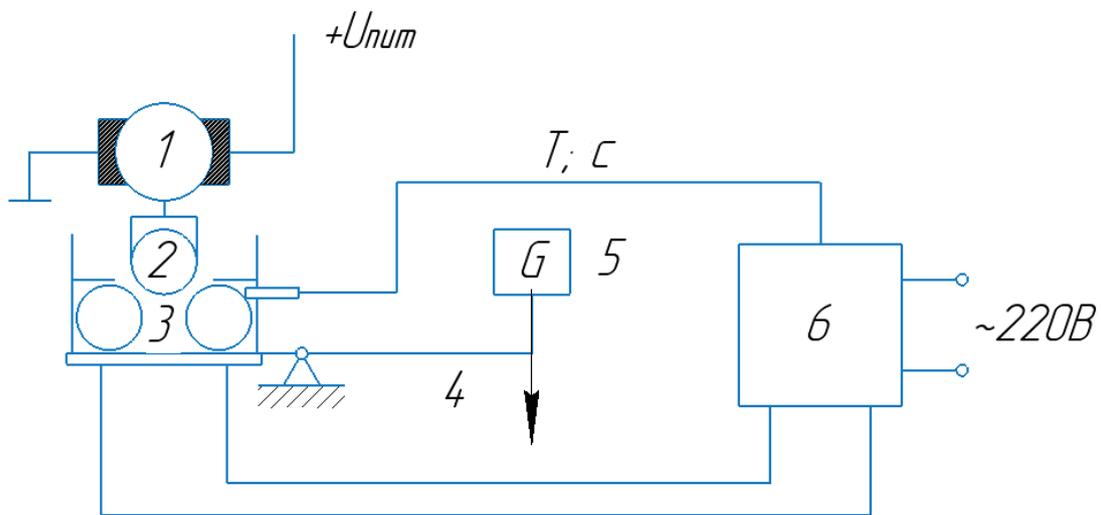


Рис. 1. Кинематическая схема машины трения: 1 — электродвигатель; 2 — обойма подшипника; 3 — обойма подшипников; 4 — рычаг; 5 — груз; 6 — регулятор тока

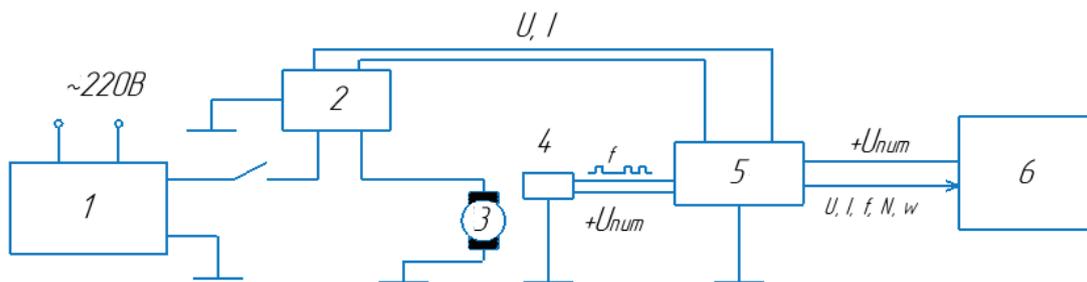


Рис. 2. Электрическая схема установки для определения смазочных свойств автомобильных технических жидкостей и масел автомобилей в эксплуатации: 1 — блок питания; 2 — датчик напряжения, тока и мощности; 3 — электромотор; 4 — датчик частоты вращения; 5 — микроконтроллер; 6 — компьютер

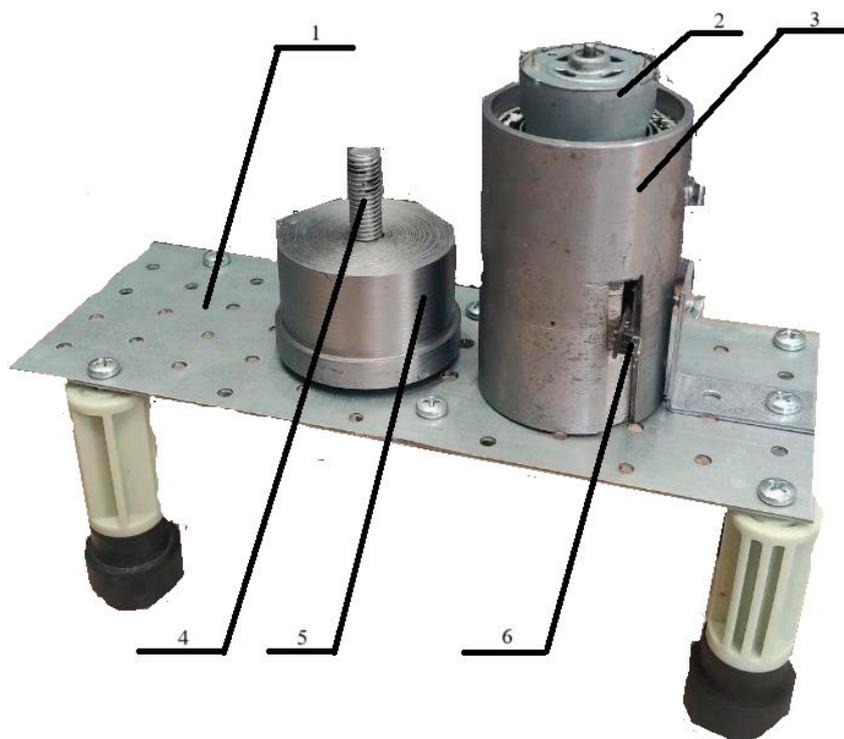


Рис. 3. Общий вид установки для определения смазывающих свойств автомобильных технических жидкостей:
 1 — электродвигатель; 2 — рукоятка; 3 — пульт управления; 4 — ванна; 5 — подшипник; 6 — площадка

шает 1,6 А при нагрузке до 10 Н. Поэтому разработанная машинка трения может быть запитана от распространенных блоков питания 5В, 2А.

Также были проведены замеры зависимости частоты вращения от напряжения тока и изменения при этом силы тока. Сила тока в режиме холостого хода изменяется от 0,9

до 1,1 А при напряжении питания 4–6 В. Зависимость частоты вращения от напряжения показана на рисунке 5.

Повышение нагрузки на шарики приводит к увеличению силы тока, а также мощности при неизменном напряжении. При данных условиях представляется возможным вычислить и коэффициент трения.

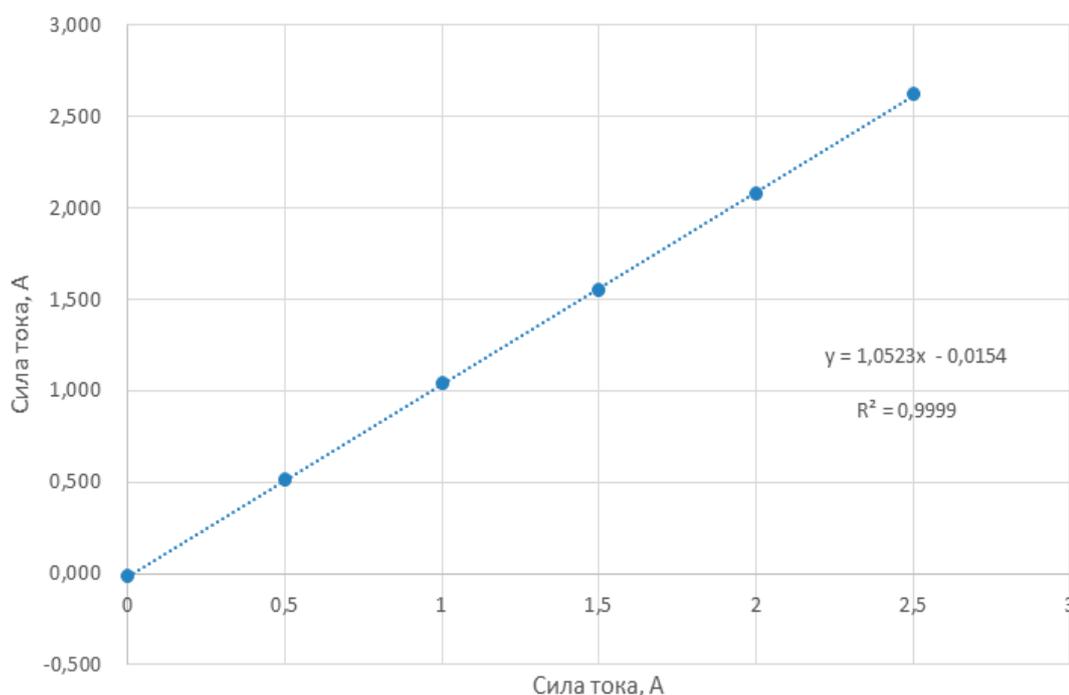


Рис. 4. График тарировки датчика силы тока

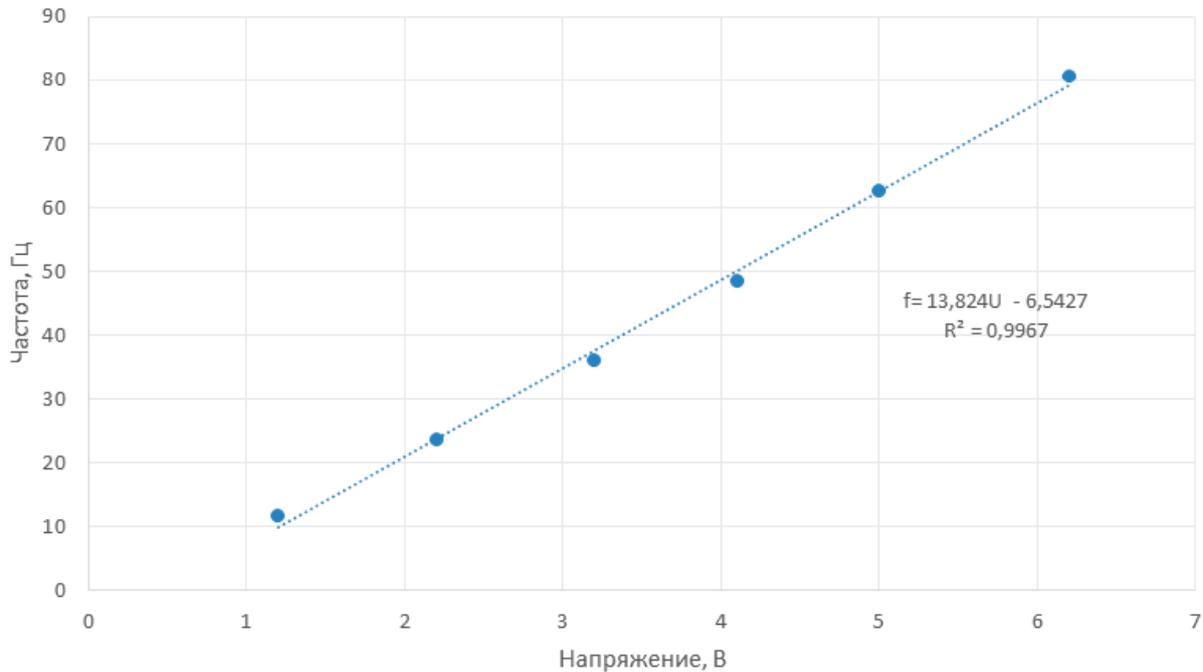


Рис. 5. График зависимости частоты вращения мотора от напряжения питания

Выводы

Разработанная установка для тестирования трения позволяет выполнить анализ смазочных свойств раз-

личных технических жидкостей как в новом состоянии, так и после определённого интервала пробега в процессе эксплуатации, оценивая изменения параметров тока, напряжения, нагрузки, частоты вращения;

Литература:

1. Васечкин У. А. Изучение смазывающих свойств масел на машине трения / Васечкин У. А., Котельников С. Н., Торговцев К. А., Стрельников А. Н., Кокоуров Д. В. // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 4. С. 680–687.
2. Коровушкин В. В. Исследование антифрикционных свойств пластичных смазочных материалов в условиях трения качения / Коровушкин В. В., Шилов М. А., Усольцева Н. В., Прожега М. В. // В сборнике: XXXVI Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения (МИКМУС — 2024). Сборник трудов конференции. Москва, 2024. С. 194–198.
3. Кривцова Т. И. Изменение смазывающих свойств автомобильных моторных масел в течение межсервисного пробега / Кривцова Т. И., Кривцов С. Н. // Транспорт Урала. 2021. № 4 (71). С. 84–89.
4. Дунаев А. В. Портативная установка для экспресс-сравнения триботехнических свойств масел / Дунаев А. В., Ломовских А. Е., Солод А. Д., Стародубцев Д. А., Волокитин А. А., Чернышов А. В. // В сборнике: Проблемы совершенствования машин, оборудования и технологий в агропромышленном комплексе. материалы международной научно-технической конференции. 2019. С. 269–272.
5. Попов А. В. Изменение смазывающих свойств моторных масел при попадании воды и антифриза / В сборнике: «Транспортные и транспортно-технологические системы». Материалы международной научно — технической конференции. Ответственный редактор Н. С. Захаров. 2015. С. 260–264.
6. Кривцов С. Н. Изменение смазывающих свойств дизельного топлива при добавлении в него растительного масла / Кривцов С. Н., Кривцова Т. И. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021. Т. 18. № 5 (81). С. 534–543.
7. Иовлева Е. Л. Исследование качества арктического дизельного топлива, привозимого в Республику Саха (Якутия) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 3(80). С. 58 - 361
8. Носова Е. В. Экспериментальное исследование качества дизельного топлива / Носова Е. В., Сапрыгина В. Н. // Вестник ИрГТУ. 2011. № 6 (53). С. 69–72.
9. Лужнов Ю. М. Основы триботехники: учеб. пособие / Ю. М. Лужнов, В. Д. Александров; под ред. Ю. М. Лужнова. — М.: МАДИ, 2013. — 136 с.

10. Кривцова Т. И. Установка для определения смазывающих свойств моторных и трансмиссионных масел автомобилей в эксплуатации // Кривцова Т. И., Кривцов С. Н., Седалищев М. Н. // В сборнике: Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК. Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием. Молодёжный, 2021. С. 19–24.
11. Теоретические предпосылки определения смазывающих свойств топлив в условиях эксплуатации с помощью шариковой машинки трения / Кривцов С. Н., Кривцова Т. И., Ячменев А. А. // Актуальные вопросы аграрной науки. 2023. № 47. С. 18–26.

Определение центробежной силы, действующей на центр тяжести электромобиля VINFAST VF3 производства Вьетнама, с учетом динамического увода эластичных колес

Нгуен Тхе Мань, кандидат технических наук, старший преподаватель
Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона (г. Ханой, Вьетнам)

Задача определения величины центробежной силы, действующей на центр тяжести автомобиля, чрезвычайно важна при изучении управляемости и устойчивости автомобилей. В рамках данной статьи автор представляет метод определения центробежной силы, действующей на центр тяжести электромобиля VINFAST VF3 производства Вьетнама, с учетом динамического увода эластичных колес при повороте электромобиля с заданным радиусом.

Ключевые слова: центробежная сила, увод, колесо, автомобиль, пневмошина, динамика.

1. Метод определения центробежной силы при повороте автомобиля

При прямолинейном движении колесных машин из-за внешних дорожных и внутренних конструкционных причин приходится периодически выполнять корректировку курсового направления, называемую подруливанием. Это приводит к нарастающему поперечному силовому воздействию в связи с увеличением центробежной силы P_c , на которую помимо скорости влияет увеличивающаяся периодичность самих воздействий. За счет центробежной силы возрастают боковые реакции на опорных колесах, вызывающие известное явление их бокового увода и соответствующее изменение кривизны траектории, сноса и, опять же, боковых реакций и увода.

На наш взгляд, наиболее важно максимально точно рассчитать силу P_c , так как она определяет углы увода, боковые реакции и смещения и является возмущающей во всех колебательных процессах в поперечной плоскости. Результаты могут быть получены двумя способами.

Первый вариант — расчет по формуле

$$P_c = \frac{mV^2}{R} = \frac{mV^2 \dot{\theta}}{L}, \tag{1}$$

где $R = L/\operatorname{tg}\theta_0 \approx L/\theta$; m — масса машины, кг; V — скорость, м/с; θ — угол отклонения управляемых колес, рад; L — продольная база, м. Но это соотношение справедливо только при установившемся повороте, положении центра масс посередине продольной базы и одинаковых типоразмерах шин передней и задней осей.

Уточняем силу P_c с учетом влияния боковых уводов:

$$P_i = \frac{mV^2 (\theta_0 - \delta_1 + \delta_2)}{L}, \tag{2}$$

$$\text{где } \delta_1 = P_0 \frac{b}{LK_1}; \delta_2 = P_0 \frac{a}{LK_2}, \tag{3}$$

P_0 — амплитудное значение центробежной силы, K_1 и K_2 — коэффициенты бокового увода передней и задней оси соответственно; a и b — расстояния от центра масс до передней и задней оси соответственно. В режиме подруливаний воздействие поворачивающего момента не рассматриваем, так как углы поворота малы и поворачивающий момент вызывает поперечные реакции на порядок меньшие, чем от центробежной силы, а при синусоидальном изменении угла поворота их амплитудные значения не совпадают по фазе.

Второй вариант — решение дифференциального уравнения движения, учитывающего статическое соотношение бокового увода и центробежной силы. Базовым для расчета силы P_c в данном случае служит соотношение [1]:

$$P_c = \frac{m(V^2 + V_b)}{L} \left(\theta_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t - \delta_1 + \delta_2 \right) + \frac{mV_b}{L} \left(\theta_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t - \delta_1 + \delta_2 \right), \quad (4)$$

где величины δ_1 и δ_2 определяются из выражений (3).

В результате решения уравнения (4) и после ряда преобразований получим амплитудное значение центробежной силы в конечных квадратурах:

$$P_c = T_0 \sqrt{\frac{(A+G)^2 + E^2}{4\pi^2 (FD)^2 + T_0^2 (1-BD-HD)^2}} \sin(\omega t + \alpha + \beta), \quad (5)$$

где T_0 — период возмущающего воздействия, с;

$$A = \frac{mV^2\theta_0}{L}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T_0}; \quad B = \frac{mV^2}{L^2}; \quad D = \frac{a}{K_2} - \frac{b}{K_1}; \quad E = \frac{mVb}{L} \theta_0 \frac{2\pi}{T_0}; \quad F = \frac{mVb}{L^2}; \quad G = \frac{mb\dot{V}\theta_0}{L}; \quad H = \frac{mb\dot{V}}{L^2}; \quad \alpha = \arctg \frac{E}{A+G};$$

$$\beta = \arctg \frac{2\delta FD}{T_0 (1-BD-HD)}.$$

При реализации этого способа получаем конечную, более удобную для вычислений формулу, учитывающую массо-геометрические характеристики машины и эластичность пневмошин.

В процессе неустановившегося динамического поворота с учетом колебательного процесса, динамическую модель которого составляют масса, отнесенная к рассматриваемой оси, упомянутая боковая жесткость и демпфирующие свойства в том же поперечном направлении при формируемом центробежной силой возмущающем силовом факторе, силовое воздействие следует оценивать с использованием уравнения М. В. Келдыша:

$$\dot{P}_y + VP_y \frac{c_y}{k_y} = c_y V \delta. \quad (6)$$

При $\theta = \theta_0 \sin(2\pi t/T_0) \operatorname{sgn} \sin(2\pi t/T_0)$ сила P_c может быть найдена по формуле:

$$P_c = \frac{mV^2}{L} \left(\theta_0 \sin \omega t - \dot{P} \left(\frac{\lambda_1}{c_1 V} - \frac{\lambda_2}{c_2 V} \right) - P \left(\frac{\lambda_1}{k_1} - \frac{\lambda_2}{k_2} \right) \right) + \frac{mV_b}{L} \left(\theta_0 \omega \cos \omega t - \dot{P} \left(\frac{\lambda_1}{c_1 V} - \frac{\lambda_2}{c_2 V} \right) - P \left(\frac{\lambda_1}{k_1} - \frac{\lambda_2}{k_2} \right) \right) \quad (7)$$

Раскрывая скобки и вводя обозначения $D1 = b/(c1VL) - a/(c2VL)$, $D2 = b/(K1L) - a/(K2L)$, $D1/D2 + V/b = \rho$, $(L + D2mV2)/(mVbD1) = q$, $0,5V\theta_0/(bD1) = F$, $\theta_0\omega/D1 = E$, $\omega = 2\pi/T_0$, записываем с преобразованием дифференциальное уравнение:

$$P + \rho \dot{P} + qP = F - F \cos 2\omega t + E \sin 2\omega t, \quad (8)$$

где $R = 2F/q$; $Z = (4\rho\omega + 2F)/(q - 4\omega^2)$; $G = E/(q - 4\omega^2) - 2(2\rho^2\omega^2 + F\rho\omega)/(q - 4\omega^2)^2$,

при этом общее решение будет иметь вид:

$$P = e^{-\frac{\rho}{2}t} (c_1 \cos \omega_c t + c_2 \sin \omega_c t) + \frac{R}{q} - 0,5Z \cos 2\omega t + G \sin 2\omega t, \quad (9)$$

$$c_1 = 0,5Z - \frac{R}{q}; \quad c_2 = \frac{0,5\rho c_1 - 2G\omega}{\omega_c}.$$

Очевидно, что $P(t=0) = \dot{P}(t=0) = 0$ и полученное решение соответствует входу в режим поворота, при этом центробежная сила не возникает. Максимальное значение P_c на установившемся режиме (когда $e^{-\frac{\rho}{2}t} \rightarrow 0$) определяется зависимостью:

$$P_{\max} = \frac{R}{q} - 0,5Z \cos \pi = \frac{R}{q} + 0,5Z. \quad (10)$$

Однако следует помнить, что решение (9) соответствует первому полупериоду вынужденных колебаний $T_0/2 = \pi/\omega$. В следующем полупериоде в соответствии с $\text{sgn} \sin(2\pi t/T_0)$ при $t \geq T_0/2$ следует изменить знаки:

$$P = \left(\frac{R}{q} - 0,5Z \cos 2\omega t + G \sin 2\omega t \right) \text{sgn} \sin \omega t . \tag{11}$$

2. Тестовый расчет центробежной силы, действующей на электромобиль VINFAST VF3 производства Вьетнама, с учетом динамического увода эластичных колес

Ниже мы определим центробежную силу, действующую на центр тяжести электромобиля VINFAST VF3 производства Вьетнама. Данные по электромобилю VINFAST VF3 представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные технические параметры электромобиля VINFAST VF3 производства Вьетнама

№	Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	Масса	m	кг	1207
2	Общая длина	L_r	мм	3190
3	Продольная база	L	мм	2075
4	Поперечная база	B	мм	1679
5	Высота	H	мм	1622
6	Дорожный просвет	h	мм	191
7	Расстояние от центра масс до передней оси	a	мм	900
8	Расстояние от центра масс до задней оси	b	мм	1175
9	Типоразмер шины	–	–	175/75R16
10	Амплитуда отклонения управляемых колес	θ_0	рад/с	0,0055
11	Скорость при начале в поворота	V	км/ч	70

Для примера на рис. 1 показано влияние положения центра масс на центробежную силу, рассчитанную для электромобиля VINFAST VF3 производства Вьетнама при полной массе 1207 кг, движении со скоростью 70 км/ч и отклонении управляемых колес $\pm 0,0055$ рад ($\pm 5^\circ$ на рулевом колесе).

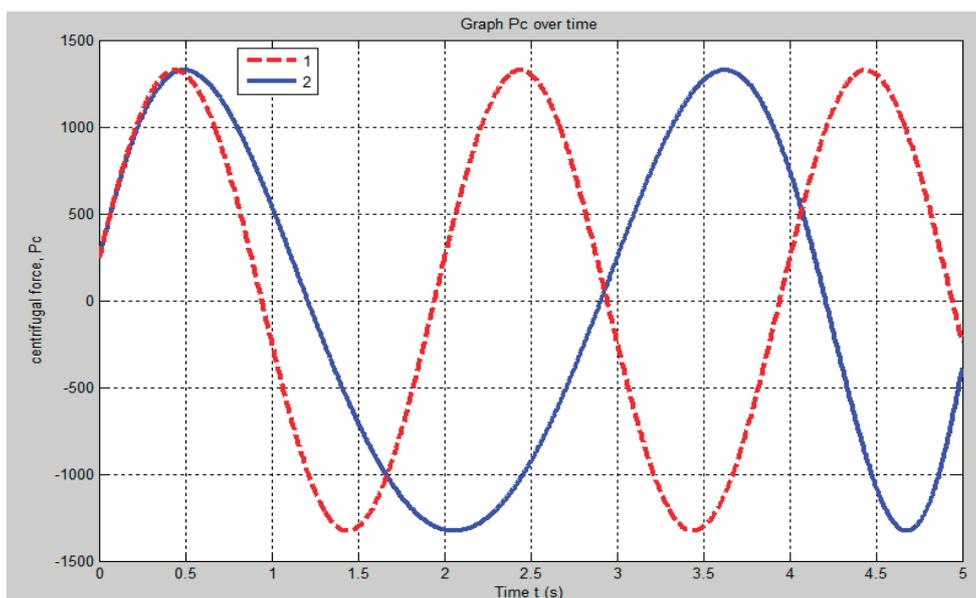


Рис. 1. Центробежная сила при неустановившемся повороте на частотах: 1) собственной ω_c , 2) возмущающей ω

Указанный параметр существенно влияет на величину силы P_c , причем, как показано выше, равенство значений по двум вариантам получаем при среднем положении центра масс ($a = 0,9$ м, $L = 2,075$ м). Разница между результатами, полученными первым методом и по формуле (5) в конечных квадратурах, составляет 0,06 %, что подтверждает правомерность использования соотношения (5).

При расчетах по формуле (8) получено увеличение амплитудного значения центробежной силы по сравнению с выражением, учитывающим статическое соотношение центробежной силы и бокового увода, более 10 %, что показано на рис. 1.

3. Заключение

Приведенные способы расчета силовых воздействий в поперечной плоскости колесной машины, включенные в общую методику расчетных исследований (например, поперечных колебаний на основе известных динамических моделей [1, 2]), позволят обоснованно выполнять переход от кинематических возмущений, задаваемых водителем через рулевой привод на управляемые колеса, к силовым возмущениям, находящимся в причинно-следственной связи с перемещением управляемых колес.

Литература:

1. Ходес И. В. Повышение технического уровня колесной машины на базе расчетно-теоретического обоснования параметров управляемости. — Волгоград: ВолГГУ, 2005. — 362 с.
2. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля. — М.: Машиностроение, 1971. — 416 с.
3. Эллис Д. Р. Управляемость автомобиля: пер. с англ. — М., Машиностроение, 1975. — 216 с.
4. Балакина Е. В., Зотов Н. М. Устойчивость движения колесных машин. — Волгоград: ВолГГУ, 2011. — 435 с.

Методы контроля состояния цементирования скважин

Сархан Мохамед Веал Али Мохамед, студент

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

Цементирование скважин является завершающим и наиболее ответственным этапом их строительства. От качества первичного цементирования скважин зависит дальнейшая продолжительность их безостановочной работы, степень их продуктивности, а, следовательно, и состояние разработки месторождения, суммарная величина извлеченных запасов нефти и газа, а также их себестоимость.

Из существующих геофизических методов, применяемых для контроля качества цементирования нефтяных и газовых скважин, наиболее информативны акустический метод и метод рассеянного гамма-излучения.

Ключевые слова: цементное кольцо, обсадная колонна, вертикальные каналы, микрозазоры, акустическое каротажное сканирование, геофизические исследования, цементометрия, оборудование, мониторинг.

В процессе цементирования заколонного пространства и дальнейшей эксплуатации скважины могут возникать различные дефекты цементного кольца, которые снижают его эффективность. К числу наиболее распространенных нарушений относятся вертикальные каналы и трещины, микрозазоры на границах с обсадной колонной и горными породами, горизонтальные разрывы, а также недостаточная прочность и высокая проницаемость цементного камня.

Нарушения контакта цемента с колонной делятся на объемные и контактные дефекты. В первом случае возникают каналы и разрывы в цементном кольце, тогда как во втором — формируются микрозазоры. Вертикальные каналы появляются при недостаточном центрировании обсадной колонны или её провисании, что возможно даже в вертикальных скважинах. Если колонна размещена неидеально, образуются сегментные зазоры шириной 60–90°, которые не заполняются цементным раствором и превращаются в макроканалы, заполненные жидкостью. При наличии разницы пластовых давлений или изменении

давления в перфорированной колонне эти каналы могут стать путями для перетока флюидов [1].

Для выявления вертикальных каналов используют геофизические методы исследования, такие как самонастраиваемое геофизическое декодирование технологических параметров (СГДТ) и акустическое каротажное сканирование (АК). Дополнительную информацию предоставляют акты спуска обсадной колонны, содержащие данные о глубинах установки труб, соединительных муфтах, центрирующих фонарях и турболизаторах, что позволяет оценить вероятность образования каналов.

Кольцевые микрозазоры между обсадной колонной и цементным камнем могут появляться вследствие различных факторов. Одной из причин является опрессовка колонны в первые дни после цементирования, когда цемент ещё не достиг необходимой прочности. Аналогичные дефекты могут возникать после перфорации продуктивных пластов или проведения взрывных работ. Кроме того, температурные колебания вызывают расширение и сжатие колонны, что способствует образованию зазоров.

Методы акустического сканирования основаны на анализе упругих колебаний в звуковом и ультразвуковом диапазонах. Их подразделяют на методы естественных и искусственных акустических полей, где первые исследуют колебания, возникающие по естественным или технологическим причинам. Одной из задач акустического сканирования является уточнение результатов стандартной акустической цементометрии, что позволяет выявлять продольные каналы и кольцевые зазоры, ухудшающие герметичность скважины. В разрезах с высокой скоростью распространения волн, где продольные волны в породе и обсадной колонне имеют схожие значения, акустическое сканирование становится единственным надёжным методом оценки качества цементирования.

Аппаратура акустического каротажа и контроля качества цементирования АКЦ-48 предназначена для мониторинга состояния цементного кольца и обсаженных скважин (рис.1). Она используется в нефтегазовых, гидрогеологических и других типах скважин с внутренним диаметром обсадных труб от 73 до 200 мм, а также применяется при исследовании необсаженных скважин, позволяя анализировать кинематические и динамические параметры упругих волн.

Аппаратура выполняет регистрацию акустических волновых полей, возбуждаемых монополярным излучателем. Фиксация акустического сигнала осуществляется с помощью восьми исследовательских секторов, которые равномерно распределены по периметру скважины с интервалом 45 градусов. Применение метода волнового акустического каротажа позволяет проводить исследования в обсаженных скважинах с диаметром от 125 до 300 мм. Работа осуществляется при температуре окружающей среды до 120°C, гидростатическом давлении до 80 МПа и угле наклона скважины, не превышающем 35°. Скорость каротажа при этом может достигать 350 м/ч.

Использование многочастотного режима обеспечивает регистрацию как нормальных волн, распространяющихся по колонне (волны Лэмба), так и поверхностных волн Стоунли. Анализ динамических параметров целевых волн позволяет определить особенности контакта и выявить зоны с недостаточным цементированием обсадной колонны. Визуализация трассирования целевых волновых пакетов в программном обеспечении «SystemAMIS» представлена на рисунке 2.

Принцип работы прибора основан на анализе контакта между цементным камнем и обсадной колонной, который характеризуется коэффициентом затухания. В развертке данный параметр выражается градациями цвета: от чер-

ного, обозначающего полный контакт, до белого, свидетельствующего об отсутствии сцепления.

Аппаратура АКЦ-48 предназначена для контроля качества цементирования и технического состояния скважин различных типов, включая нефтегазовые и гидрогеологические, оборудованные обсадными колоннами и насосно-компрессорными трубами с внутренним диаметром от 73 до 200 мм. Кроме того, она применяется для исследования разрезов необсаженных скважин на основе кинематических и динамических параметров упругих волн.

Одним из ключевых преимуществ прибора является высокая чувствительность к дефектам цементного кольца объемно-контактного типа. Оборудование позволяет точно определить места прихвата бурового инструмента и положение башмака насосно-компрессорных труб (НКТ). Совместимость с цифровыми станциями типа «ГЕКТОР» и «ВУЛКАН» расширяет возможности использования прибора при геофизических исследованиях скважин [2].

Скважинный прибор рассеянного гамма-излучения (СГДТ-П) применяется для оценки качества цементирования и технического состояния обсадных колонн нефтяных и газовых скважин. Метод рассеянного гамма-излучения используется для «привязки» результатов измерений к муфтам обсадной колонны и геологическому разрезу скважины.

Дополнительно модуль сканирующего гамма-гамма дефектомера-толщиномера СГДТ-100М, входящий в комплекс АМК-2000, выполняет измерение плотности вещества за обсадной колонной в восьми радиальных направлениях. Он также определяет толщину стенок труб обсадной колонны с учетом их привязки к апсидальной плоскости, а также регистрирует естественное гамма-излучение горных пород, что представлено на рисунке 3

Скважинный прибор предназначен для проведения измерений в обсаженных скважинах с внешним диаметром колонны от 146 до 168 мм, а при использовании вытеснителя — до 194 мм. Оборудование функционирует при угле наклона скважины до 50° и в диапазоне температур окружающей среды от -10 до 120°C, выдерживая гидростатическое давление до 60 МПа.

Область применения прибора охватывает обсаженные скважины, оснащенные колоннами с внешним диаметром от 140 до 178 мм, заполненные промывочной жидкостью с плотностью от 1000 до 1400 кг/м³. В комплект поставки входит один скважинный модуль, который является частью программно-управляемого аппаратурно-методического комплекса АМК-2000. Этот комплекс предназначен для оценки технического состояния и качества цементирования.



Рис. 1. Аппаратура акустического каротажа и контроля качества цементирования АКЦ-48



Рис. 2. Прослеживание кинематики и динамики целевой волны по колонне в программном пакете SystemAMIS



Рис. 3. Дефектомер-толщиномер СГДТ-100М

рования обсаженных скважин. Модуль может работать автономно или в составе комплексной сборки с другими модулями, такими как МНК, ГКЛ, ТШ и МАК-9, входящими в состав АМК-2000.

Эффективная технология мониторинга технического состояния скважины требует не только использования современного оборудования, но и надежного программного обеспечения, обеспечивающего комплексную обра-

ботку и интерпретацию геофизических данных. Важно, чтобы технологическая цепочка включала оперативную передачу данных со скважины в контрольно-интерпретационные партии (КИП), приемку и контроль качества исходных материалов, их обработку, интерпретацию и предоставление итогового заключения заказчику [3].

Для решения этих задач разработан программный комплекс СОНАТА, который реализует полный цикл обработки — от ввода исходных полевых данных до формирования итоговых отчетов. В системе предусмотрены функции контроля качества, предварительной обработки, комплексной интерпретации данных различных геофизических методов, что позволяет применять ее на всех этапах строительства и эксплуатации скважин.

Литература:

1. Лазуткина Н. Е. Геофизические исследования скважин: Справочник мастера по промысловой геофизике / Н. Е. Лазуткина, В. Г. Мартынов, М. С. Хохлова. — М.: Инфра-Инженерия, 2009. — 960 с.
2. Хмелевской В.К, Костицын В. И. Основы геофизических методов: учебник для вузов /Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. 400 с.
3. Бычков С. Г. Методы обработки и интерпретации гравиметрических наблюдений при решении задач нефтегазовой геологии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 187 с.

Алгоритмы и методики, используемые в программном комплексе, соответствуют утвержденным стандартам, руководящим документам и методическим указаниям, а их работоспособность подтверждена в производственных условиях на различных геофизических предприятиях. Программа сертифицирована ЕвроАзиатским геофизическим обществом и отвечает требованиям, предъявляемым к программным системам обработки и интерпретации геофизических данных.

СОНАТА является одной из немногих программных платформ, представленных на геофизическом рынке, которая поддерживает ввод и обработку данных, полученных большинством известных наземных регистрирующих комплексов и геофизических форматов.

Технология горизонтального бурения скважин

Селлам Мохамед Тахар, студент магистратуры
Уфимский государственный нефтяной технический университет

В мировой практике освоения нефтяных месторождений значительное внимание уделяется бурению и эксплуатации горизонтальных и разветвлённых горизонтальных скважин. Этот процесс стал одним из ключевых аспектов научно-технического развития, способствуя промышленному освоению трудноизвлекаемых запасов нефти и совершенствованию методов разработки месторождений.

Ключевые слова: бурение, горизонтальная скважина, конструкция, ствол, профиль.

Оптимальное пространственное положение и протяжённость горизонтального участка скважины определяются с учётом постоянно обновляемых геологических и гидродинамических моделей месторождения, а также данных геофизических исследований, полученных при бурении пилотного или транспортного ствола. Профиль горизонтальной скважины должен обеспечивать максимально возможную выработку запасов пласта и позволять проводить геофизические исследования, технологический мониторинг, ремонтные работы и изоляционные операции. В случае получения новой информации после бурения пилотного и транспортного стволов вносятся корректировки в траекторию горизонтального участка, что фиксируется в протоколах [1]. Процесс изменения траектории на всех этапах проектирования и бурения представлен на рисунке 1.

При строительстве горизонтальных скважин учитываются технологические ограничения, касающиеся точности входа в продуктивный пласт и забоя горизонталь-

ного ствола, которые не должны отклоняться более чем на 40 метров, что составляет 10 % от плотности сетки скважин. Вертикальный коридор бурения определяется мощностью продуктивного пласта, наличием водоносных горизонтов и плотных перемычек, при этом минимальная его ширина должна соответствовать техническим возможностям применяемого оборудования и точности телеметрических систем, составляя не менее 4 метров.

Смещение точки входа в продуктивный пласт допускается в пределах 150–160 метров, а интенсивность изменения пространственного угла не должна превышать 5 градусов на каждые 10 метров бурения. Изменение азимута на участках от устья до входа в продуктивный пласт и от входа до забоя ограничено 30 градусами, а интенсивность набора угла перед входом в продуктивный пласт не должна превышать 2,5 градуса на 10 метров.

Соблюдение этих параметров обеспечивает эффективность разработки месторождения, снижает геологические

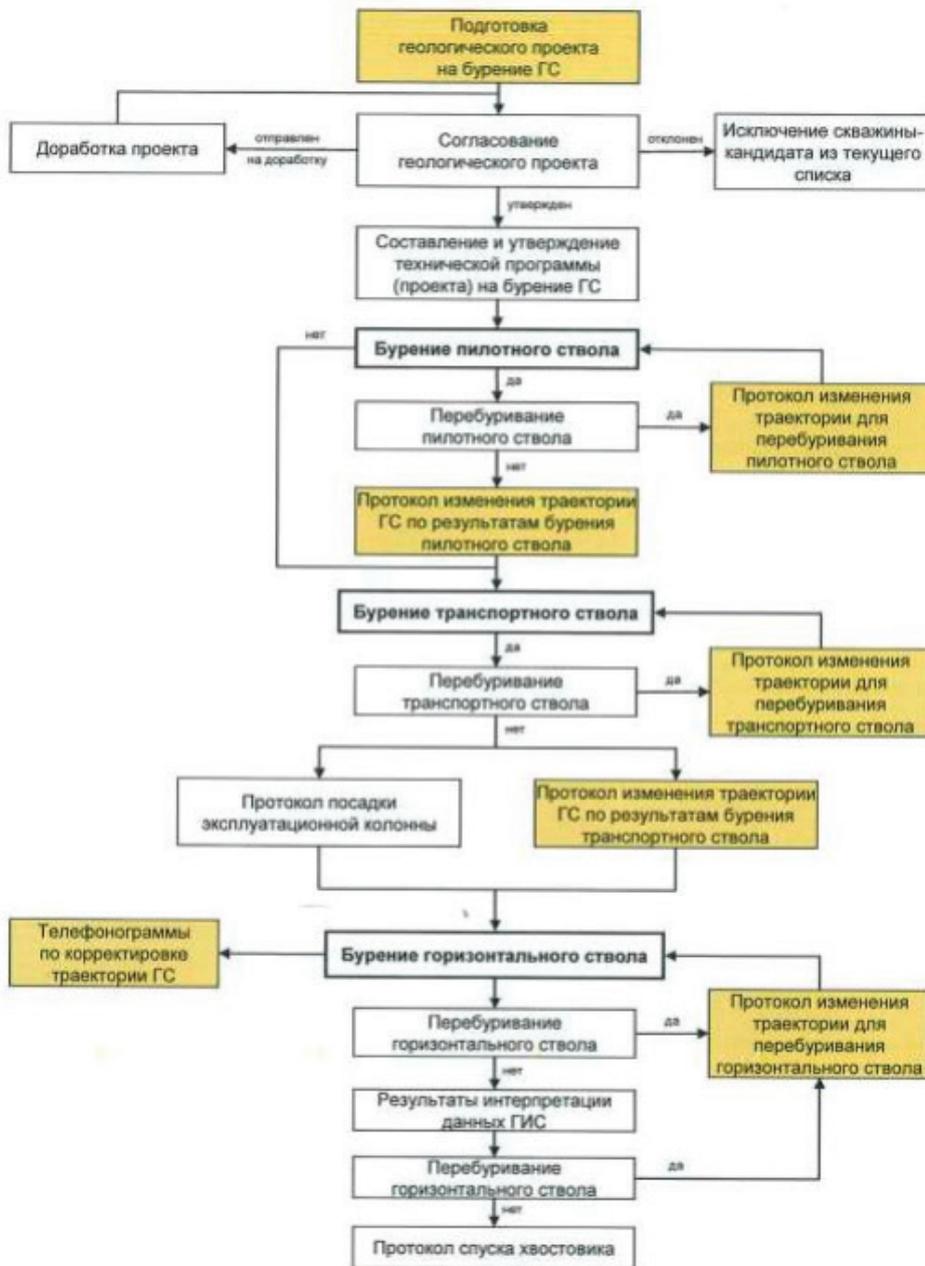


Рис. 1. Процесс корректировки траектории при бурении ГС

и технические риски, а также способствует оптимизации эксплуатации скважины.

Бурение наклонных и горизонтальных скважин может осуществляться различными методами, среди которых выделяют направленное бурение, сервисное инсталляционное бурение и направленный процесс внутриразломного типа. Первый метод применяется для управления траекторией скважины, второй позволяет создавать подземные коммуникационные объекты, а третий используется при освоении угольных пластов, что часто требует организации системы газоотвода. Горизонтальное бурение направлено на увеличение рабочей площади добычи полезных ископаемых, при этом создаются скважины с горизонтальными участками, которые могут использоваться для наклонно-направленного бурения [2].

Применение горизонтальных скважин позволяет значительно сократить капитальные затраты на бурение за счёт уменьшения их общего количества на месторождении. Хотя стоимость одной такой скважины выше из-за сложности конструкции, при массовом бурении её стоимость на метр проходки становится сопоставимой с вертикальными скважинами, что делает их использование экономически выгодным. Эффективность разработки месторождения при этом повышается, а коэффициент нефтеизвлечения может достигать 60–80 %. Это достигается за счёт широкого спектра преимуществ, включая возможность работы на любой стадии разработки, пересечение естественных трещин для увеличения проницаемости пласта, а также сокращение количества необходимых скважин в 4–5 раз по сравнению с вертикальными. Такой подход позволяет

эффективно разрабатывать продуктивные пласты, расположенные под руслами рек, озёрами, горными массивами и городскими сооружениями.

Фактическое положение ствола скважины должно контролироваться с помощью инклинометрических измерений в процессе бурения, а допустимые отклонения указываются в проектной документации. Строительство горизонтальных скважин обычно ведётся на обустроенных месторождениях, что позволяет использовать глубинно-насосное оборудование для ускоренного ввода в эксплуатацию без необходимости глушения скважины. Чтобы избежать насыщения призабойной зоны водой во время простоя, горизонтальный участок ствола переводится на гидрофобный эмульсионный раствор [3].

При эксплуатации горизонтальных скважин важно учитывать их конструктивные особенности, поэтому традиционные методы изоляции обводнённых интервалов, применяемые в вертикальных скважинах, не всегда подходят. Определение обводнённого интервала в таких скважинах остаётся сложной задачей, поскольку универсальных методов его изоляции пока не разработано. Выбор способов изоляции требует осторожного подхода, предпочтительно использование щадящих кислотных реагентов вместо соляной кислоты. Для карбонатных коллекторов разработаны специальные химические композиции, например «Химекс К-2», которые применяются в нефтедобывающих компаниях России.

Выбор концентрации кислотного раствора и методики обработки скважины определяется геологической службой, при этом обработка должна начинаться с забоя. Это правило соблюдается при любых видах кислотных работ, включая общие, поинтервальные и поинтервальноразработанные.

Эффективность горизонтальных скважин напрямую зависит от правильного выбора проектных решений, соответствия технологии заканчивания геолого-техническим условиям, а также от конструктивных особенностей скважины. При проектировании учитываются назначение скважины, способ её эксплуатации, схема заканчивания и параметры бурового раствора. Строительство наклонно-направленных и горизонтальных скважин предусматривает использование высокодебитных электроцентробежных насосов, что повышает надёжность ремонтно-изоляционных работ, в том числе при бурении боковых стволов. Оптимальным вариантом является спуск эксплуатационной колонны диаметром 168 мм, а для качественного вскрытия продуктивных пластов горизонтальный забой проектируется в виде фильтра.

Рекомендуемая конструкция горизонтальных скважин представлена на рисунке 2.

Заканчивание горизонтальной скважины включает установку «хвостовика» диаметром 114–102 мм, который крепится в эксплуатационной колонне с помощью подвеса устройства, при этом верхняя часть «хвостовика»

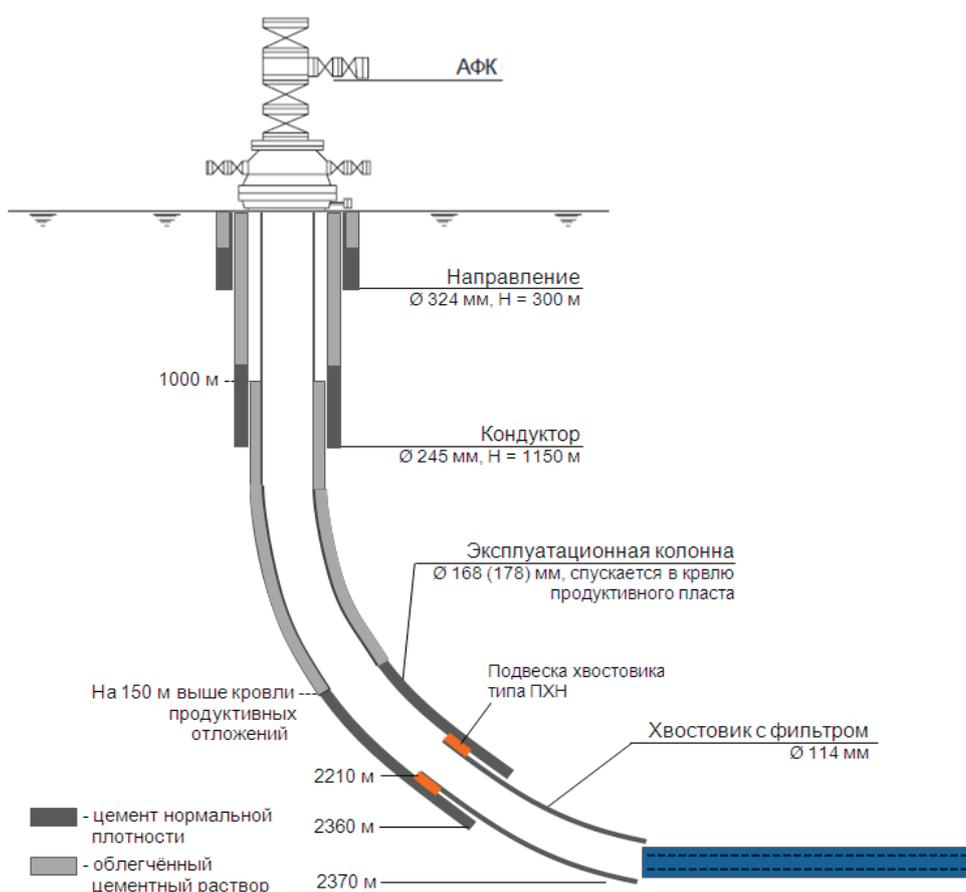


Рис. 2. Рекомендуемая конструкция горизонтальных скважин

оснащается пакерами. В чистонефтяной зоне рекомендуется установка фильтров в продуктивном пласте, что способствует повышению эффективности разработки.

В водонефтяной зоне применяется конструкция закрытого типа, при которой «хвостовик» полностью цементируется, либо используется нецементируемый вариант с интегрированными пакерами, реагирующими на

нефтяную или водную среду. Такой подход обеспечивает возможность изоляции обводнённых интервалов в процессе эксплуатации. В дальнейшем отсечение зон с высокой обводнённостью может осуществляться путём тампонирувания, установки профильного перекрывателя или применения циркуляционных клапанов, встроенных в компоновку «хвостовика».

Литература:

1. Будников В. Ф. Основы технологии горизонтальных скважин / Е. Ф. Проселков, Ю. М. Проселков. — 2008. — 424 с.
2. Сучков Б. М. Горизонтальные скважины — М.:Ижевск — 2006. — 423 с.
3. Басаргин Ю. М. Строительство наклонных и горизонтальных скважин / А. И. Булатов, В. Ф. Будников, В. Г. Гераськин. — М.: Недра — 2012. — 262 с.

Особенности функционирования современных отечественных транспортно-пересадочных узлов

Тараканова Виктория Ивановна, студент магистратуры
Научный руководитель: Евреенова Надежда Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В условиях роста городов и увеличения транспортной нагрузки на инфраструктуру особую актуальность приобретает проблема оптимизации работы транспортно-пересадочных узлов (ТПУ). В данной статье автором на основе отечественного опыта функционирования ТПУ выделены современные тенденции в их развитии и предложены решения существующих проблем.

Ключевые слова: имитационное моделирование, транспортно-пересадочный узел, пассажирские перевозки, пассажиропоток.

Эффективное функционирование транспорта Российской Федерации играет исключительную роль в обеспечении базовых условий жизнедеятельности общества, создании условий для устойчивого роста и перехода на инновационный путь развития национальной экономики в целом.

Инфраструктура транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) является важной составной частью пассажирского комплекса страны. В России в настоящее время пассажирский транспорт перевозит в дальнем, пригородном и городском сообщениях в год более 10 миллиардов пассажиров, которые являются потребителями предоставляемых ТПУ услуг.

С учётом доступности и массовости пассажирских перевозок пассажирский транспорт, ТПУ как важнейший элемент пассажирской инфраструктуры, обеспечивающий пассажирское сообщение, имеет большое социально-экономическое значение.

Современный ТПУ, являющийся базой для координации и взаимодействия всех видов транспорта, обеспечивающего пассажирские перевозки, может и должен рассматриваться как точка роста социальной и деловой активности населения.

Комфортное и безопасное пребывание пассажиров в ТПУ в сочетании с предоставляемым комплексом услуг создает в целом благоприятные предпосылки для жизнедеятельности населения, позитивно влияющие в конечном счете на производительность труда работников, занятых в различных областях народного хозяйства, и повышающие культурный и качественный уровень жизни населения.

Развитие вокзальной инфраструктуры в настоящее время необходимо для обеспечения растущего спроса на пассажирские услуги и недопущения инфраструктурных ограничений технологической модернизации транспорта в целом и, в частности, развития скоростного и высокоскоростного пассажирского движения.

Крупномасштабные инфраструктурные проекты на транспорте имеют выраженный комплексный характер, вовлекая в свою сферу множество сопряженных отраслей, что приводит, в конечном счете, к дополнительному приращению ВВП.

Проработка вопросов комплексной модернизации железнодорожных вокзалов и создания на их базе современных ТПУ показала высокую востребованность таких проектов и, в то же время, обозначила ряд вопросов, требующих решения Правительства Российской Федерации.

Развитие вокзалов и их трансформация в ТПУ осуществляется в России в рамках реализации Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года, Концепции эффективного использования и развития железнодорожных вокзалов Дирекции железнодорожных вокзалов — филиала ОАО «РЖД» до 2030 года. Целью Концепции является создание современной, развитой и эффективной вокзальной инфраструктуры Российской Федерации на основе комплексного развития сети железнодорожных вокзалов и создания на их базе многофункциональных ТПУ.

В проектах реконструкции в настоящее время применяется ряд инновационных управленческих и инженерно-строительных решений:

- создание совместных с железными дорогами — филиалами ОАО «РЖД» проектных офисов для управления конкретными проектами реконструкции / модернизации ТПУ;

- использование передовых архитектурных и технических решений западных компаний, привлекаемых в качестве консультантов отечественными проектными организациями (в том числе в проектах надпутевого строительства, в реставрации и приспособлении для современного использования ТПУ, являющихся памятниками культурного наследия);

- разработка концепции типового малого вокзала, разработка и реализация концепции «умного» вокзала. Реализация концепции «умного» вокзала позволяет обеспечить наряду с созданием современных комфортных и безопасных условий пребывания пассажиров на вокзале высокую надежность, экономичность и экологичность его функционирования;

- внедрение на сети типовых решений санитарных комнат, медицинских пунктов и помещений линейных отделов внутренних дел, отработанных в ходе реконструкции московских вокзалов.

В целом проводимые мероприятия по реконструкции объектов ТПУ ориентированы на создание устойчивой технической и технологической базы, обеспечение безопасности движения, повышения эффективности капитальных вложений в ТПУ и создание задела типовых эффективных проектных решений на будущие периоды.

Состояние платформенного хозяйства является одним из ключевых факторов обеспечения безопасности. Организация посадки и высадки пассажиров, имеющая важное значение для их безопасности и удобства, обеспечивается с помощью разного типа и конструкций платформ, которые могут быть предназначены также для кратковременного ожидания поездов, а в необходимых случаях — для производства почтово-багажных операций.

В настоящее время для обеспечения безопасной и удобной посадки и высадки пассажиров строятся высокие платформы, павильоны и навесы от дождя и непогоды.

Предпринимаемые ОАО «РЖД» меры по развитию ТПУ, приведению их в соответствие современным требованиям и обеспечению безопасных условий пребывания

пассажиров в ТПУ и безопасности движения поездов не в полной мере достигают поставленные цели. Ежегодно проводимые специальными департаментами проверки подтверждают факт опережающего старения объектов вокзальной инфраструктуры.

Недостаточные темпы реализации планов обновления инфраструктуры ТПУ обусловлены следующими факторами. Существует дефицит инвестиционной программы ОАО «РЖД», наряду с необходимостью значительных объемов капитальных вложений в реализацию проектов реконструкции инфраструктуры ТПУ и большим количеством объектов, нуждающихся в реконструкции или модернизации. Существенная часть таких проектов имеет низкие экономические показатели с большими сроками окупаемости (15–25 лет) или являются затратными (аварийные ТПУ или ТПУ с высокой степенью физического износа коммуникаций и несущих конструкций). В связи с большими сроками окупаемости проектов, наряду с дефицитом собственных средств ОАО «РЖД», а также учитывая высокую социальную значимость проектов, необходимо привлечение к их реализации органов государственного и муниципального управления, которые имеют возможность финансировать.

В ряде случаев ТПУ являются памятниками истории и архитектуры. Реконструкция ТПУ, являющихся памятниками истории и культуры федерального или регионального значения, требует выполнения большого объема реставрационных работ, что влечет за собой как дополнительные финансовые вложения, отягощающие экономику проекта, так и затягивание сроков реализации проектов в связи с необходимостью решения возникающих при этом проблемных вопросов реставрации и приспособления таких ТПУ для современного использования.

Значительные потоки пассажиров транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), организованных с участием метрополитена, приводят к проблемам перегрузки платформ и вестибюлей станций в часы пик [1]. Эти трудности обусловлены не только недочётами в проектировании пассажирской транспортной инфраструктуры, но и особенностями организации движения пассажиров. Ограниченное количество эскалаторов вызывает скопление людей на входе и выходе со станций, особенно учитывая большое количество пересекающихся пассажиропотоков.

Решение существующих проблем может включать в себя несколько подходов [2]:

- рационализация внутренних планировочных решений ТПУ;

- развязка пересекающихся пассажиропотоков ТПУ;

- выбор рациональных параметров, влияющих на функционирование ТПУ.

Прежде чем внедрять тот или иной подход, важно оценить его потенциальную эффективность. Для этой цели используют метод имитационного моделирования, который позволит спрогнозировать результат от планируемых изменений в структуре ТПУ, собрать необходимую статистическую информацию о функционировании ТПУ

и оценить соответствие предложенных решений поставленным задачам [3].

Сегодня имитационное моделирование остается довольно специализированной отраслью, в которой работает ограниченное число специалистов. Также ограничено

число доступных инструментов для разработки моделей. Такие модели редко становятся основными инструментами для управления транспортными потоками и обычно не интегрированы в ключевые интеллектуальные транспортные системы [4].

Литература:

1. Власов, Д. Н. Транспортно-пересадочные узлы: монография / Д. Н. Власов. — Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 192 с.
2. Евреенова, Н. Ю. Применение имитационного моделирования при управлении работой транспортно-пересадочного узла / Н. Ю. Евреенова // Наука и техника транспорта. — 2020. — № 2. — С. 8–12. — EDN FTBYCD.
3. Вакуленко, С. П. Формирование транспортно-пересадочного узла при взаимодействии автомобильного и железнодорожного транспорта / С. П. Вакуленко, А. К. Головнич, Н. Ю. Евреенова // Транспорт Урала. — 2024. — № 2(81). — С. 62–66. — DOI 10.20291/1815-9400-2024-2-62-66. — EDN ESXFWA.
4. Рахмангулов А. Н., Мишкурлов П. Н., Александрин Д. В. Имитационные модели в цифровых двойниках железнодорожных станций // В сб.: Академик Владимир Николаевич Образцов – основоположник транспортной науки. Тр. международной научно-практ. конференции, посвященной 125-летию университета. — М., 2021. — С. 574–582.
5. Постановление Правительства Москвы № 413-ПП от 06.09.2011 г. «О формировании транспортно-пересадочных узлов в городе Москве».
6. Азаренкова З. В. Транспортно-пересадочные узлы в планировке городов: монография // М.: ОАО Типография «Новости», 2011. — 96 с.
7. Голубев, П. В. Выбор параметров пассажирских устройств при организации пригородно-городских перевозок в узле: дисс. канд. технич. наук: 05.22.08 / Голубев Петр Владимирович. — М., 2005. — 165 с.
8. М. Н. Прокофьев Ускоренные грузовые перевозки железнодорожным транспортом / М. Н. Прокофьев и др. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 234 с. — ISBN 978-5-7876-0394-1.
9. Евреенова, Н. Ю. Особенности планировочной структуры крупного транспортно-пересадочного узла / Н. Ю. Евреенова, Д. Н. Мельничук // Наука и техника транспорта. — 2024. — № 1. — С. 17–20. — EDN GJAIVC.
10. Вакуленко, С. П. Транспортно-пересадочные узлы и комплексы: Учебное пособие / С. П. Вакуленко, Н. Ю. Евреенова, А. А. Горбунов. — Москва: Российский университет транспорта, 2023. — 213 с. — ISBN 978-5-7876-0399-6. — EDN IUCCPL.

Методы определения статических характеристик нагрузки в распределительных электрических сетях

Тарасенко Михаил Александрович, студент магистратуры

Научный руководитель: Ведерников Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент Самарский государственный технический университет

Введение

Одной из важнейших задач в оптимизации работы распределительных электрических сетей (РЭС) является повышение точности расчета потерь электроэнергии. В этом контексте статические характеристики нагрузки (СХН) играют ключевую роль. СХН описывают зависимость потребляемой активной и реактивной мощности от уровня питающего напряжения. В статье рассматриваются методы идентификации этих характеристик, анализируются существующие подходы и предлагаются способы их улучшения для повышения точности расчетов потерь мощности в РЭС.

1. Статические характеристики нагрузки и их роль в расчетах

СХН являются функциями напряжения, отражающими изменение активной и реактивной мощности потребителей в зависимости от уровня питающего напряжения. Точное определение этих характеристик позволяет значительно улучшить расчеты потерь мощности в сети, а также оптимизировать параметры работы энергосистемы. Пример зависимости мощности от напряжения приведен на рисунке 1.

$$P(U) = P_{\text{ном}} \left(a_0 + a_1 \frac{U}{U_{\text{ном}}} + a_2 \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}} \right)^2 \right)$$

Зависимость активной мощности от напряжения для линейной модели СХН

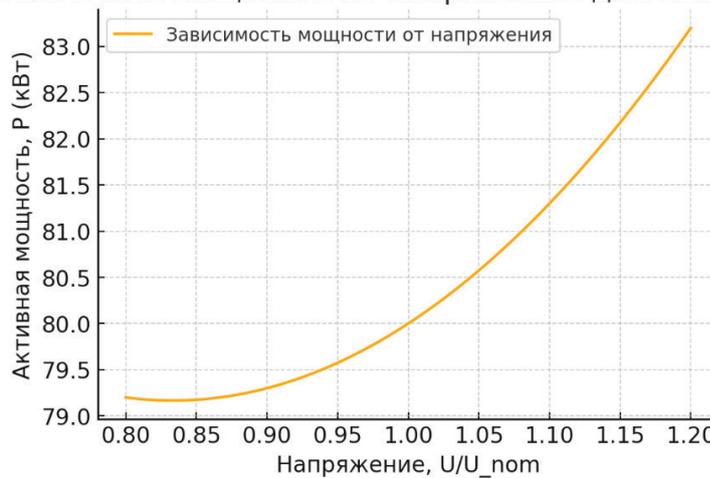


Рис. 1. Пример зависимости активной мощности от напряжения для линейной модели СХН

где $P(U)$ — активная мощность зависящая от напряжения U ; $P_{ном}$ — номинальная активная мощность; a_0, a_1, a_2 — коэффициенты модели; $U_{ном}$ — номинальное напряжение.

2. Методы идентификации статических характеристик нагрузки

Для определения СХН используются различные подходы. Наиболее распространенные методы включают активные и пассивные эксперименты, а также методы экстраполяции. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения.

2.1. Активные эксперименты

Активные эксперименты предполагают изменения в работе сети, например, изменение напряжения на трансформаторах или с помощью регулирующих устройств. Измерения, полученные в таких условиях, позволяют получить точные данные о реакции нагрузки на изменения напряжения.

Формула для расчета изменения активной мощности при изменении напряжения:

$$\Delta P = \left(\frac{\Delta U}{U_{ном}} \right) \cdot K_p$$

где ΔP — изменение активной мощности; ΔU — изменение напряжения; K_p — коэффициент регулирующего эффекта нагрузки (РЭН).

2.2. Пассивные эксперименты

Пассивные эксперименты включают наблюдение за нагрузкой без вмешательства в режим работы сети. Здесь фиксируются колебания мощности в ответ на изменения напряжения в сети. Однако точность таких измерений

ниже, поскольку пассивный подход не позволяет точно отслеживать влияние внешних факторов.

$$P(U) = P_{ном} \left(a_0 + a_1 \cdot \frac{U}{U_{ном}} \right)$$

где параметры a_0 и a_1 подбираются с использованием методов статистической обработки данных.

2.3. Метод экстраполяции

Метод экстраполяции используется для предсказания поведения нагрузки за пределами диапазона измерений. Это особенно полезно, когда измерения ограничены определенными условиями, такими как малый диапазон напряжений. Экстраполяция позволяет предсказать реакцию нагрузки на более широком диапазоне значений напряжения.

3. Проблемы и перспективы совершенствования методов

Несмотря на развитые методы идентификации СХН, существуют проблемы, связанные с недостатком достоверных данных, а также с точностью измерений, особенно в условиях пассивных экспериментов. Для повышения точности необходимо:

- Разрабатывать новые алгоритмы для обработки данных, полученных из пассивных экспериментов.
- Использовать более сложные математические модели для учета динамики нагрузки.
- Применять методы машинного обучения и нейронные сети для улучшения точности моделей.

4. Экономическая эффективность использования СХН в расчетах

Использование более точных СХН в расчетах потерь мощности позволяет не только снизить эти потери, но

и повысить экономическую эффективность работы электрических сетей. Важно учитывать, что невыполнение учета СХН в расчетах может привести к значительным погрешностям, влияющим на оптимизацию режимов работы сети и оценку стоимости электроэнергии.

$$D(U) = VP(U) - CP(U) - R(U) - PEN(U)$$

где $D(U)$ — доход от передачи энергии; $VP(U)$ — выручка от передачи; $CP(U)$ — стоимость потерь; $R(U)$ — затраты на регулирование; $PEN(U)$ — штрафы за нарушение технологических норм.

Литература:

1. Гуревич Ю. Е., Хачатрян Э. А. Расчет статических характеристик крупных узлов нагрузки с использованием типовых параметров. Москва, 1980.
2. Гуревич Ю. Е., Либова Л. Е. Методические указания по учёту нагрузки при расчётах на ЭВМ устойчивости сложных энергосистем. Москва, 1983.
3. Жданов П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / Под ред. Л. А. Жукова. М.: Энергия, 1979.
4. Маркушевич Н. С. Регулирование напряжения и экономия электроэнергии / Под ред. Ю. С. Железко. М.: «Энергоатомиздат», 1984. 104 с.
5. Буслов В. В. Разработка методики увеличения эффективности режимов работы электрических сетей с учетом современных статических характеристик нагрузки: диссертация кандидата технических наук: 05.14.02. Москва: МЭИ. ун-т, 2022. 106 С.
6. Дзюба М. А., Тарасенко В. В., Коржов А. В. «Метод определения статических характеристик нагрузки по напряжению с учетом ограничений по режимным параметрам и электробезопасности активного эксперимента» Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика, vol. 18, по. 2, 2018, pp. 28–35.
7. Определение статических характеристик мощности нагрузок узлов сети на основе активного эксперимента / В. Ф. Кравченко, В. И. Нагай, И. Ф. Бураков, Б. П. Золоев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский 130 регион. Серия: Технические науки. 2015. № 1 (182). С. 54–59. DOI: 10.17213/0321-2653-2015-1-54-59.

5. Заключение

Совершенствование методов определения статических характеристик нагрузки и их учет в расчетах распределительных электрических сетей является важным шагом к оптимизации работы электросетевых компаний. Применение более точных методов идентификации СХН, включая активные и пассивные эксперименты, экстраполяцию и методы статистической обработки данных, позволяет повысить точность расчетов и снизить потери энергии в сети.

Исследование гидродинамических условий очистки газопроводов от жидкостных скоплений

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор;
Бактыгалиева Румия Сунгатовна, студент магистратуры
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет (г. Уральск, Казахстан)

На территории Западно-Казахстанской области проходят магистральные газопроводы, которые играют ключевую роль в транспортировке природного газа внутри региона и за его пределы. Одной из задач является удаление жидкостных накоплений из пониженных участков газопроводов, образующихся из конденсата и гидратных соединений, влияющих на эксплуатацию системы. В статье рассматривается методика очистки газопроводов от жидкостных скоплений с использованием кинетической энергии газа. Оцениваются гидродинамические условия, при которых газовый поток способен выносить жидкость, и приводится расчет критической скорости потока для эффективной очистки. Рассмотрены параметры, влияющие на процесс очистки, включая плотность скоплений и давление в трубопроводе. Приведены результаты анализа, подтверждающие высокую эффективность метода для газопроводов малого диаметра, что снижает эксплуатационные затраты и повышает надежность системы.

Ключевые слова: газотранспортная система, газопровод, жидкостные скопления, газовый поток, критическая скорость, эффективность очистки.

На территории Западно-Казахстанской области Казахстана проходит ряд магистральных газопроводов, играющих ключевую роль в транспортировке при-

родного газа как внутри региона, так и за его пределы. Среди наиболее значимых магистралей следует выделить газопровод «Средняя Азия — Центр», который обеспе-

чивает транзит природного газа из стран Центральной Азии в Россию, проходя через территорию области. Также важным элементом газотранспортной инфраструктуры является газопровод «Оренбург — Новопсков», соединяющий газовые сети России и Казахстана и обеспечивающий поставки газа в западные регионы страны.

Газификация населенных пунктов области осуществляется посредством системы газопроводов-отводов, подключенных к магистральным трубопроводам. Согласно данным на 2020 год, уровень газификации региона достигал 96,2 %, что свидетельствует о высокой доступности природного газа для потребителей. Газопроводы-отводы обеспечивают подачу газа в такие населенные пункты, как Уральск, Аксай и другие города и поселки региона.

Природный газ представляет собой один из ключевых элементов топливно-энергетического баланса, обеспечивающий функционирование различных отраслей промышленности и социальной инфраструктуры. В составе природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам, присутствуют незначительные примеси, включающие диспергированные частицы воды, газового конденсата, масел и других углеводородных соединений [1]. Кроме того, транспортируемый газ зачастую обладает высокой влажностью, что при изменении термобарических параметров в газопроводной системе приводит к процессам конденсации и образованию жидких отложений. Данные скопления формируются преимущественно в пониженных участках трубопроводов, создавая эксплуатационные сложности. В частности, их наличие приводит к увеличению гидравлического сопротивления движению газа, поскольку сужается живое сечение трубопровода.

Для обеспечения стабильности функционирования магистральных газопроводов проводится регулярная очистка их внутренней полости. Таким образом, проблема удаления жидких скоплений из пониженных участков газопроводных систем с использованием кинетической энергии газового потока является актуальной научно-технической задачей.

Образование жидкостных накоплений в пониженных участках газопроводов создает благоприятные условия для формирования гидратных соединений, что в свою очередь негативно сказывается на эксплуатационных

параметрах газотранспортной системы, снижая ее эффективность и надежность. Своевременное устранение данных отложений является необходимым условием поддержания работоспособности трубопроводной инфраструктуры.

В настоящее время для очистки газопроводов применяются различные методы, однако они обладают рядом существенных недостатков [2]:

- 1) необходимость временного прекращения транспортировки газа либо внесения конструктивных изменений в газопроводную систему, включая монтаж дополнительных очистных устройств;
- 2) значительные потери природного газа в процессе очистки.

Современные технологии очистки преимущественно ориентированы на магистральные газопроводы, расположенные между компрессорными станциями. Такие участки характеризуются значительным диаметром и протяженностью. Однако значительную долю газотранспортной системы составляют газопроводы-отводы, имеющие малый диаметр и ограниченную длину. Эксплуатационные наблюдения свидетельствуют о недостаточной эффективности существующих методов очистки данных трубопроводов.

Процесс удаления жидкостных скоплений из пониженных участков газопроводов на сегодняшний день изучен недостаточно полно. Конструктивные особенности магистральных газопроводов, выполненных из непрозрачных металлических материалов и проложенных под землей, значительно затрудняют прямое наблюдение за физическими процессами, протекающими внутри трубопроводной системы. Вследствие этого отсутствует возможность точного определения локализации и динамики формирования жидкостных скоплений, а также параметров их движения по трубопроводу [3].

Основной целью настоящего исследования является оценка гидродинамических условий движения газа в магистральном трубопроводе с целью разработки методики очистки его внутренней полости от жидких накоплений за счет энергии газового потока.

В данном исследовании рассмотрим пониженный участок газопровода, в котором формируется жидкостное скопление.

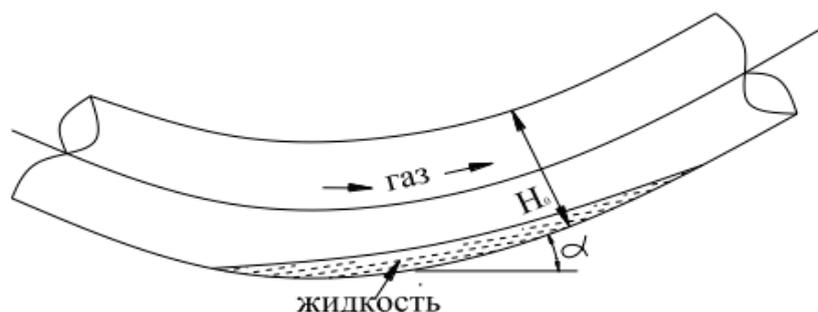


Рис. 1. Пониженный участок газопровода с жидкостным скоплением

Одной из основных задач является определение критической скорости газового потока, при которой жидкость не сможет оставаться в пониженном участке трубопровода и начнет перемещаться вдоль его оси (Рисунок 1).

Достижение данной скорости является важным условием для эффективного удаления жидкости и предотвращения ее аккумуляции в локальных зонах газопровода. Удаление жидкости из пониженного участка становится возможным только при полном перемещении жидкостного скопления на восходящий участок трубопровода. Для каждого отдельного газопровода необходимо производить индивидуальный расчет величины снижения давления, обеспечивающего достижение критической скорости газового потока, необходимой для реализации режима самоочистки [4].

Для создания высокоскоростного потока устраивают лупинг в обвод крана 2 (Рисунок 2). На обводной линии устанавливают временную газораспределительную станцию (ВГРС), кран 2 закрывают, открывают краны 1 и 3 и выполняют редуцирование газа до давления $P_2 = P_3 + 10\% P_3$. Очевидно, что на кране 2 будет создаваться перепад давления [5].

В рамках исследования построена графическая зависимость скорости газового потока от давления, а также критической скорости выноса жидкостного скопления $v_{кр}$ в зависимости от давления на выходе трубопровода (P_2).

В качестве примера рассмотрим газопровод с внутренним диаметром 225 мм, по которому транспортируется природный газ. Параметры газотранспортной системы включают плотность жидкостного скопления $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг/м}^3$, кинематическую вязкость жидкости $\nu_{ж} = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$, максимальный угол наклона восходящего участка $\alpha=30^\circ$, температуру окружающего грунта 283K , диапазон давления в очищаемом участке от 0,5 до 7,5 МПа, а также коммерческий расход газа, составляющий $35 \text{ м}^3/\text{с}$.

Графический анализ показал, что очистка внутренней полости газопровода возможна при давлении 4,35 МПа и ниже (Рисунок 3).

При этом наблюдается пересечение линий фактической скорости газового потока (V) и критической скорости выноса жидкостного скопления ($V_{кр}$), что свидетельствует о достижении условий, необходимых для удаления жидкости из пониженного участка трубопровода. При дальнейшем увеличении давления свыше 4,35 МПа значение критической скорости снижается, приближаясь к скорости фактического газового потока, что делает процесс самоочистки менее эффективным.

Изменяя исходные данные, построим аналогичные графики, что даст возможность наглядно увидеть, как различные параметры влияют на процесс формирования режима самоочистки газопровода. В качестве исходных значений примем внутренний диаметр газопровода равным

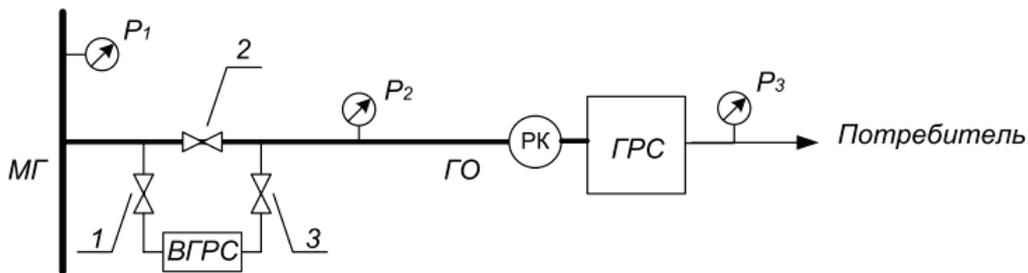


Рис. 2. Очищаемый участок газотранспортной системы продувкой при помощи ВГРС

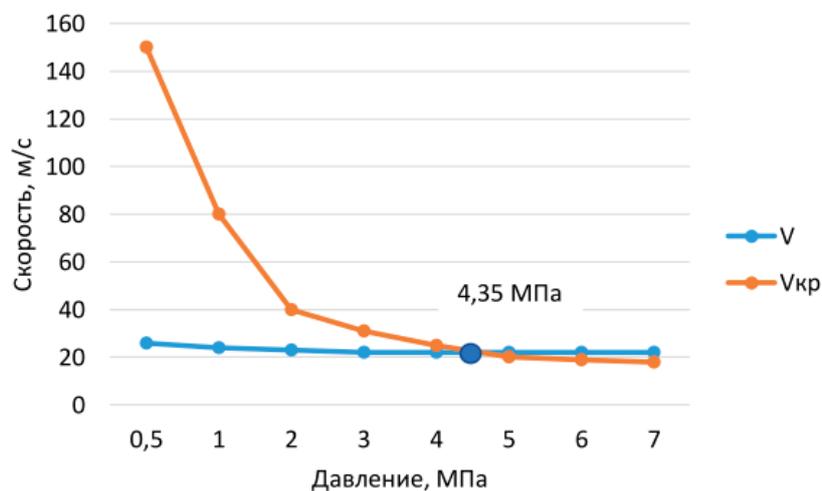
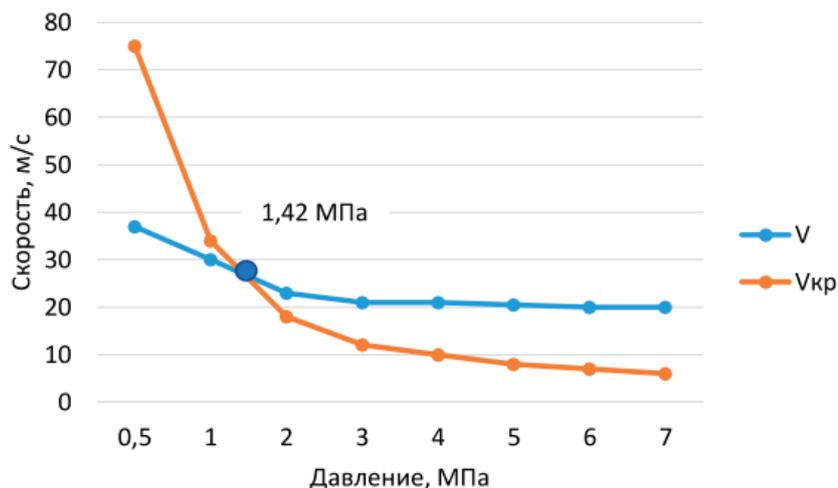
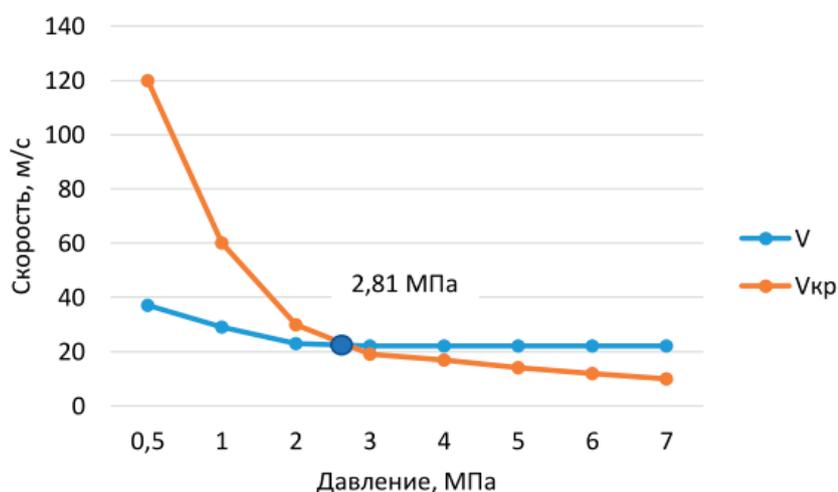


Рис. 3. Очистка трубопровода при давлении 4,35 МПа



а



б

Рис. 4. Очистка при различных плотностях жидкостного скопления (а, б)

305 мм, а расход газа по коммерческому каналу составит 35 м³/с и 55 м³/с (Рисунок 4).

Таким образом, установлено, что эффективность очистки возрастает при увеличении плотности жидкостного скопления, что делает данный метод более экономически целесообразным в условиях присутствия тяжелых углеводородных конденсатов.

Выводы исследования подтверждают возможность очистки внутренней полости газопровода от жидкостных скоплений путем увеличения скорости газового потока. Метод продувки целесообразно применять для удаления жидкости из газопроводов небольшого диаметра, при этом очистка осуществляется за счет снижения давления в трубопроводе до расчетных значений.

Литература:

1. Чурикова, Л. А. Анализ методов и средств очистки внутренней полости магистральных газопроводов / Л. А. Чурикова, М. Б. Смагулов // Молодой ученый, Научно-практический журнал, № 7(87, апрель-1) — Казань, ООО «Издательство Молодой ученый», 2015. — С. 216–219.
2. Усольцев, М. Е. Вынос скоплений жидкости из магистральных газопроводов / М. Е. Усольцев, А. А. Коршак // Горный информационно-аналитический бюллетень. — М.: МГУ, 2011, № 12. — С. 322–325.
3. Галлямов, А. К. Влияние скоплений воды и газа на эксплуатационные характеристики магистральных трубопроводов / А. К. Галлямов, В. Е. Губин. — М.: ВНИИОЭНГ, 1970. — 40 с.
4. Потапенко, Е. С. Возможность удаления жидкостных скоплений из пониженных участков трубопровода методом продувки / Е. С. Потапенко // Технологии нефти и газа. 2012. № 4 (81). — С. 61–64.
5. Потапенко, Е. С. Экспериментальные исследования влияния скорости потока газа на жидкостное скопление в пониженном участке трубопровода / Е. С. Потапенко // Газовая промышленность. 2012. № 9 (679). — С. 44–47.

Исследование эффективности водоизоляционных работ в условиях высокой обводненности нефтяных скважин

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор;

Есенгалиев Алибек Утемисович, студент магистратуры

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет (г. Уральск, Казахстан)

В статье приведены результаты разработки и исследования тампонажного состава на основе микроцемента для ограничения и ликвидации водопритоков в нефтяных и газовых скважинах, эксплуатируемых в сложных геолого-технических условиях. В качестве примера авторами рассмотрено Кемеркольское нефтяное месторождение, характеризующееся высокой вязкостью нефти, низкими фильтрационно-емкостными свойствами пластов и значительным уровнем обводненности продукции. Проведено исследование физико-механических характеристик микроцементного состава «Микродур», подтверждающее его высокую эффективность при проведении водоизоляционных работ. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения составов на основе микроцемента для повышения эффективности эксплуатации малобитных и высокообводненных скважин.

Ключевые слова: водопритоки, нефтяные скважины, Кемеркольское месторождение, обводненность, водоизоляция, прочность, Микродур.

Известно, что ряд геологических и технических факторов, таких как наличие подошвенных и контурных вод, присутствие высокопроницаемых прослоев, недостаточное качество цементирования обсадной колонны, коррозионные процессы в обсадных трубах и другие негативные явления, оказывают существенное влияние на ускорение процессов обводнения эксплуатационных скважин [1]. Несмотря на то, что в мировой практике разработано и запатентовано значительное количество различных химических составов и технологических решений, направленных на ограничение и устранение притока пластовых вод, проблема полной изоляции водопритоков в нефтяных и газовых скважинах до настоящего времени остается актуальной и полностью не решенной.

При осуществлении мероприятий по ограничению водопритока, а именно проведении водоизоляционных работ (ВИР), к используемым тампонажным материалам предъявляется ряд строгих требований. Среди них основными являются следующие [2]:

- высокая текучесть состава, сохраняющаяся на протяжении всего процесса закачки и продавливания в пласт;
- минимальная водоотдача, необходимая для предотвращения преждевременного загустевания раствора в процессе закачивания;
- устойчивость к седиментации, чтобы в состоянии покоя в растворе не образовывались зоны с накоплением дисперсионной среды, что может привести к образованию каналов;
- достаточное сопротивление фильтрации со стороны неподвижного раствора, соответствующее или превышающее действующие пластовые давления, а также разность давлений между проницаемыми горизонтами, залегающими в интервале скважины;
- возможность регулирования сроков схватывания состава таким образом, чтобы время начала твердения было больше продолжительности операции по его закачке

минимум на 10–15 минут, что обеспечивает качественное размещение раствора в пластовых условиях;

- устойчивость состава к химическому воздействию пластовых вод и высокие значения структурно-механических характеристик, обеспечивающих долговечность и прочность водоизоляционного барьера;

- стабильность состава в условиях эксплуатации, исключающая его разрушение и потерю герметизирующих свойств.

Кемеркольское нефтяное месторождение расположено в Западно-Казахстанской области Республики Казахстан, в пределах северо-западной части Прикаспийской синеклизы, являющейся частью обширной Прикаспийской впадины. Месторождение приурочено к северо-западному крылу антиклинальной структуры, что предопределяет его сложное геологическое строение с блоковой расчлененностью и наличием разломов.

Основными коллекторами месторождения Кемерколь являются песчаники и алевролиты, обладающие низкой и средней пористостью в пределах 14–22 % и проницаемостью от 0,02 до 0,3 мкм². Вязкость нефти варьирует в широком диапазоне — от 182 до 1200 мм²/с, что обуславливает сложность разработки и необходимость применения специальных методов добычи. Глубина залегания продуктивных пластов составляет от 1000 до 1300 м, а режим залежей преимущественно упруго-водонапорный с проявлением краевого и подошвенного водонапора [3].

Разработка месторождения осуществляется с начала 1990-х годов, и по состоянию на 01.01.2023 года суммарная добыча нефти составила 163,8 тыс. тонн, при общем объеме добычи жидкости 436,7 тыс. тонн. При этом коэффициент извлечения нефти составил 0,070 долей единицы, что значительно ниже проектных показателей. Выработка начальных извлекаемых запасов по объектам месторождения варьирует в широких пределах: от минимальных значений 0,6 % (I объект) до максимальных 53,2 % (VI объект). Наиболее высокую степень вырабо-

танности демонстрируют III и VI объекты, где отбор составил соответственно 49,2 % и 53,2 %, сопровождаясь высокой обводненностью продукции на уровне 64 % и 92 %, что свидетельствует о развитии процессов прорыва подошвенных вод.

В целом по месторождению среднесуточный дебит нефти в 2022 году составил 3,3 т/сут. при дебите жидкости 18,2 т/сут., а средний уровень обводненности продукции достиг 76,4 % (Рисунок 1). Проведенный анализ эксплуатационных характеристик свидетельствует о высокой степени выработанности отдельных участков, значительном развитии обводнения и снижении эффективности эксплуатации фонда скважин. Коэффициенты эксплуатации по основным объектам находятся на уровне 0,959–0,995 долей единицы, а коэффициенты использования фонда скважин достигают 1,0 для большинства объектов, за исключением VI объекта, где данный показатель составил 0,75 [3].

Кемеркольское месторождение характеризуется сложными условиями разработки, обусловленными высокой вязкостью нефти, низкими фильтрационно-емкостными свойствами пластов и значительным обводнением продукции. Основными проблемами остаются высокая доля малодебитных и обводнённых скважин, недостижение проектных коэффициентов извлечения нефти и отсутствие прироста добычи. Для повышения эффективности разработки необходимо пересмотреть стратегию эксплуатации, включая ограничение обводнения, интенсификацию добычи и корректировку системы поддержания пластового давления.

Процесс обводнения нефти на Кемеркольском месторождении оказывает значительное влияние на изме-

нение ее физико-химических свойств. В результате увеличения содержания воды наблюдается рост плотности и вязкости нефти, а также повышение концентрации высокомолекулярных соединений, включая смолисто-парафиновые и асфальтеновые компоненты, обладающих склонностью к кристаллизации. Формирование водонефтяных эмульсий приводит к возникновению сложной дисперсной системы с развитой поверхностью раздела фаз «нефть-вода-смолопарафиновые соединения». Наличие таких систем существенно увеличивает вязкость добываемой продукции, способствует образованию плотных структур, обладающих устойчивостью к разрушению, и вызывает отложение осадков на внутренних стенках скважинного и наземного оборудования. Эти процессы существенно осложняют эксплуатацию добывающих скважин и требуют применения специальных методов предотвращения образования и разрушения эмульсий, а также борьбы с отложениями высокомолекулярных соединений.

Для обеспечения высокой эффективности работ по ограничению водопритока и поддержания планируемых уровней добычи нефти на месторождении необходимо проведение лабораторных исследований по подбору изолирующих композиций и применение новых составов и технологий.

На рисунке 2 представлена зависимость прочности крепления скважинного пространства от времени для специального тампонажного состава на основе ОТДВ (особо тонкий дисперсно вяжущий) «Микродур» [4].

ОТДВ «Микродур» — это минеральное гидравлическое вяжущее с особо тонким, постоянным и плавно изменяющимся гранулометрическим, а также определенным и ста-

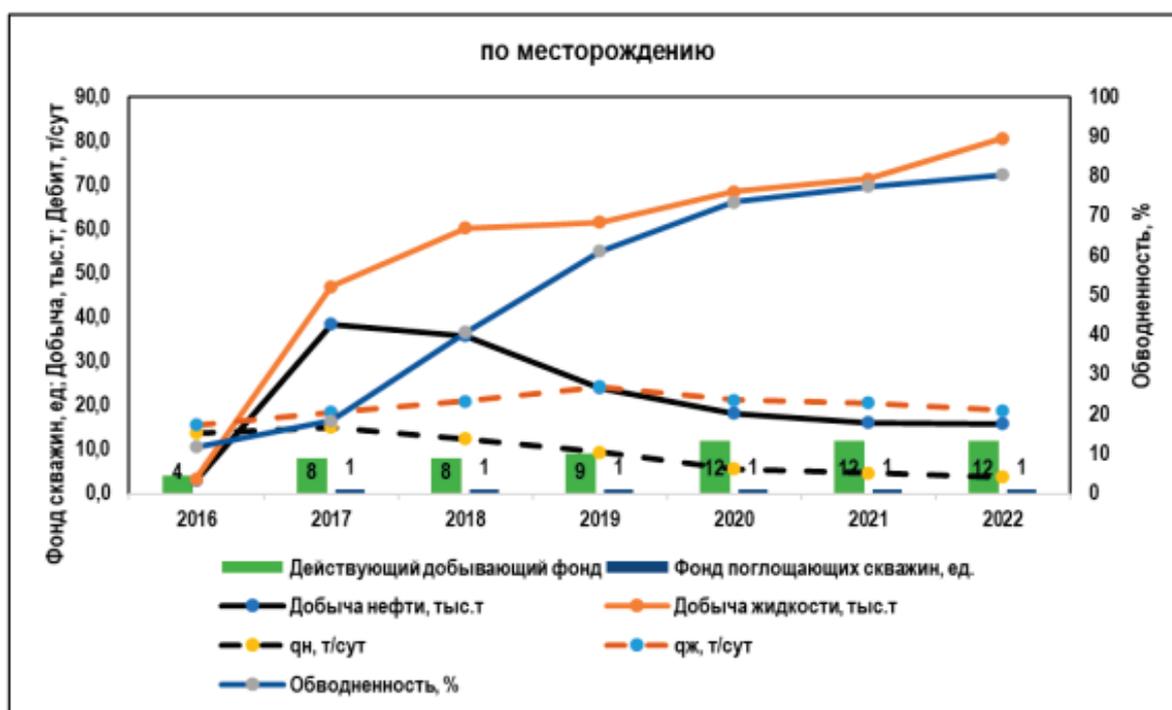


Рис. 1. Основные показатели разработки месторождения Кемерколь

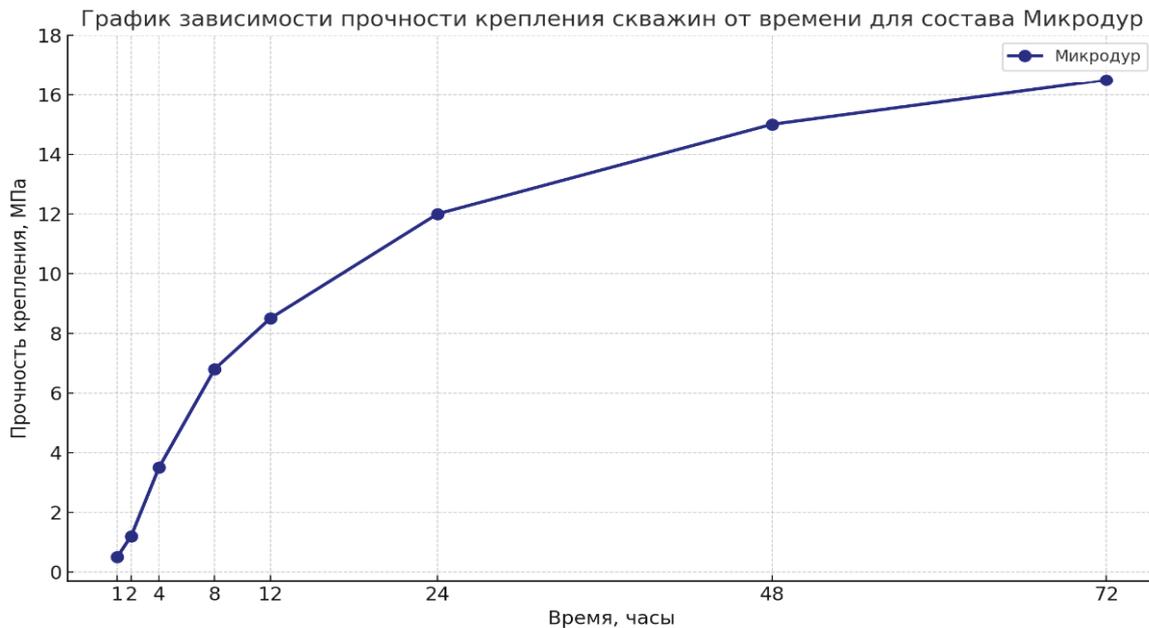


Рис. 2. График зависимости прочности и крепления скважин от времени для состава «Микродур»

бильным химико-минералогическим составом. ОТДВ «Микродур» изготавливается на основе обычного цементного сырья и состоит из портландцементного клинкера, доменного шлака, регуляторов твердения, минеральных добавок и т. д.

Из графика видно, что процесс набора прочности имеет ярко выраженный восходящий характер, свидетельствующий о постепенном формировании прочной изоляционной структуры в поровом пространстве и на стенках скважины.

На начальной (Рисунок 2) стадии (в течение первых 4–8 часов) наблюдается интенсивный рост прочности, что указывает на высокую скорость протекания процессов структурообразования в цементной системе. К 24 часам материал достигает значений порядка 12 МПа, что свидетельствует о формировании устойчивой структуры, способной противостоять пластовым давлениям [5].

Максимальные значения прочности, превышающие 15 МПа, фиксируются в интервале 48–72 часов после закачки состава [6]. Данный результат свидетельствует о высокой эффективности состава Микродур при проведении работ

по ликвидации водопритоков и укреплению стенок скважины. Установленная динамика набора прочности соответствует требованиям, предъявляемым к современным высокоэффективным тампонажным материалам для эксплуатации в сложных геолого-технических условиях, включая повышенные давления и воздействие агрессивных пластовых флюидов.

Результаты анализа прочностных характеристик состава «Микродур» подтверждают целесообразность его применения для проведения изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах с целью обеспечения надежной герметизации интервалов водопритока и повышения общей механической устойчивости призабойной зоны.

Таким образом, изменив состав водоизоляционного материала «Микродур», можно повысить селективные свойства продуктивного пласта и минимизировать влияние на нефтенасыщенные интервалы путем введения гидрофобизирующих агентов, полимерных модификаторов, а также регулирования вязкости и тиксотропных свойств суспензии.

Литература:

1. Леонтьев Д. С. Разработка и исследование тампонажного состава на микроцементной основе для ограничения и ликвидации водопритоков в нефтяные и газовые скважины / Д. С. Леонтьев и [др.] // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2016. № 4. — С. 62–72.
2. Клещенко И. И. Изоляционные работы при заканчивании и эксплуатации нефтяных скважин: монография / И. И. Клещенко, А. В. Григорьев, А. П. Телков. — М.: Недра. — 1998. — 267 с.
3. Дополнение к проекту разработки месторождения Кемерколь (по состоянию на 02.01.2023 г.). — Алматы, 2023.
4. Чурикова, Л. А. Исследование эффективности ремонта скважин на месторождении Карачаганак / Л. А. Чурикова, С. З. Ахметжан, Е. Д. Эшимова, А. Н. Мукамбеткалиева, Л. Т. Шуланбаева // Нефть и газ: научно-технический журнал — 2024. — № 2 (140). — С. 147–157. ISSN 1562–2932 (Print), ISSN 2708–0080 (Online) <http://neft-gas.kz/magazin/product/zhurnal-no2-2024-god>

5. Панченко А. И., Харченко И. Я. Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее «Микродур»: свойства, технология и перспективы использования / А. И. Панченко, И. Я. Харченко // Строительные материалы. — 2005. — № 10. — С. 76–78.
6. Байдаков О. С. Применение материалов «Mikrodur» для инъекционных работ при укреплении грунтов и усилении конструкций / О. С. Байдаков // Метро и тоннели. — 2005. — № 6. — С. 34–38.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Разработка энергоэффективной конструкции наружной стены на основе теплофизических характеристик

Рожкова Анастасия Андреевна, студент магистратуры;
Рожков Андрей Владимирович, старший преподаватель;
Хан Максим Александрович, старший преподаватель;
Омертаев Абай Ашмуканович, студент магистратуры;
Варзегов Ростислав Владиславович, студент

Научный руководитель: Абдрахманова Каламкас Аманбековна, PhD, и. о. доцента
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (Казахстан)

Энергосбережение и энергоэффективность зданий приобретают все большее значение в мировой политике и стратегии развития Казахстана. До 40 % теплопотерь в многоэтажных зданиях приходится на наружные стены, что требует эффективных теплоизоляционных решений. В статье анализируется тепловая защита стен и проводится расчет для выбора оптимального утеплителя с учетом энергоэффективности. Подчеркивается важность правильного подбора материалов и конструкций для снижения энергопотребления, что актуально как для Казахстана, так и для всего мира.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, теплопотери, теплофизические характеристики, теплотехнический расчет, теплоизоляция.

Выбор конструкции наружной стены зависит от двух основных параметров: несущая способность и теплофизические характеристики (термическое сопротивление и паропроницаемость).

Тепловая защита зданий необходима для обеспечения безопасной эксплуатации здания с позиции теплового режима помещения и способствующих экономному расходованию энергетических ресурсов. Это достигается совокупностью теплофизических характеристик ограждающих конструкций и системой отопления здания.

Для примера примем здание, построенное в 1970х годах. Конструктивно здание построено из кирпича, толщиной 640мм (2,5 кирпича) и цементно-песчаного раствора толщиной 25мм с наружной стороны зданий, и толщиной 15мм с внутренней (рисунок 1).

Для оценки здания на энергоэффективность, построенного 50 лет назад, был произведён теплотехнический расчет по условиям комфортности наружной стены по нормам того времени и современным. Для этого было определено требуемое термическое сопротивление R_0^{mp} по формуле (1).

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0^{mp} определяется по формуле (1), [1, с. 4]:

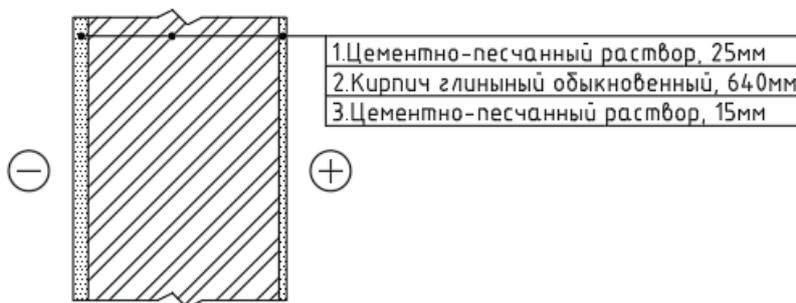


Рис. 1. Разрез конструкции наружной стены

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_a - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_a}, m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал \quad (1)$$

где n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, [1, с. 4];

t_a — расчетная температура внутреннего воздуха в $^\circ C$, принимаемая по нормам проектирования зданий и сооружений соответствующего назначения;

t_n — расчетная зимняя температура наружного воздуха в $^\circ C$;

Δt^n — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции в $^\circ C$, [1, с. 5];

α_a — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, [1, с. 6];

Определяем величину требуемого термического сопротивления наружной стены по условию комфортности:

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (18 + 32)}{7 \cdot 7,5} = 0,952, m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал \quad (2)$$

Переводим данное значение в современные единицы измерения, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$, (переводной коэффициент $1 ккал/ч = 1,163 Вт$). Получаем значение: $R_0^{mp} = 0,819, m^2 \cdot ^\circ C / Bm$.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 в $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ должно быть не менее сопротивления теплоотдаче R_0^{mp} , требуемого из санитарно-гигиенических условий. [1, с. 4]. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 , $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$ определяется по формуле (2):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_a} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_n}, m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал \quad (3)$$

где α_n — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $ккал/м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C$, [1, с. 9];

R_1, R_2, R_3 — термическое сопротивление отдельных слоев ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$, определяемые по формуле (3):

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал \quad (4)$$

где δ — толщина однородной ограждающей конструкции или отдельного слоя многослойной конструкции, м;

λ — коэффициент теплопроводности материала, $ккал/м \cdot ч \cdot ^\circ C$, принимай по таблице 1.

$$R_0 = \frac{1}{7,5} + \frac{0,025}{0,65} + \frac{0,64}{0,6} + \frac{0,015}{0,65} + \frac{1}{20} = 1,312, m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал \quad (5)$$

Переводим данное значение в современные единицы измерения, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$, (переводной коэффициент $1 ккал/ч = 1,163 Вт$). Получаем значение: $R_0 = 1,128, m^2 \cdot ^\circ C / Bm$.

Так как $R_0 > R_0^{mp}$, то в данной ситуации утеплитель не требуется.

При расчете по нормам 1970-х годов по условию комфортности, кирпичная кладка в 2,5 кирпича не требует дополнительного утепления.

Выполняем расчет требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций R_0^{mp} по современным нормам по условию комфортности.

Определяем величину требуемого термического сопротивления наружной стены по условию комфортности по формуле (1):

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_a - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_a}, m^2 \cdot ^\circ C / Bm \quad (6)$$

где n — коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, [2, с. 7];

Δt^n — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения в $^\circ C$, [2, с. 8];

α_a — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, $Bm/m^2 \cdot ^\circ C$, [2, с.8];

t_a — расчетная температура внутреннего воздуха в $^\circ C$, принимаемая по нормам проектирования зданий и сооружений соответствующего назначения [3, с. 4];

t_n — расчетная зимняя температура наружного воздуха в $^\circ C$, [4, с. 8]

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (20 + 28,9)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,249, m^2 \cdot ^\circ C / Bm \quad (7)$$

Таблица 1. Величины теплотехнических характеристик строительных материалов и конструкций

Наименование материала	Объемный вес в сухом состоянии в кг/м³	Расчетная величина коэффициента теплопроводности λ в ккал/м·ч·°С
Кирпич глиняный обыкновенный, пустотный, легковесный	1800	0,6
Цементно-песчаный раствор или штукатурка из него	1800	0,65

Определяем сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 , м²·°С/Вт по формуле (2):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_v} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} \tag{8}$$

α_v — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/м²·°С, [2, с. 8];

α_n — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности для условий холодного периода, Вт/м²·°С, [5, с. 63];

R_1, R_2, R_3 — термическое сопротивление отдельных слоев ограждающих конструкций, м²·°С/Вт, определяемые по формуле (3):

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С/ккал} \tag{9}$$

где δ — толщина однородной ограждающей конструкции или отдельного слоя многослойной конструкции, м;

λ — коэффициент теплопроводности материала, Вт/м·°С, принимаемый по таблице 2, [5, с. 36].

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{0,64}{0,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} = 1,125, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} \tag{10}$$

Так как $R_0 < R_{0\text{тп}}$, то по современным условиям комфортности требуется утеплитель.

Результаты расчета сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{мп}}$, R_0 сведем в таблицу 3.

В прошлом расчет сводился только к расчету по комфортным условиям (формула 1), однако сейчас в современном строительстве применяется расчет и по условию энергоэффективности, что повышает энергозащиту здания. Для этого определяют градусо-сутки отопительного периода по формуле (4), [5, с. 15]:

$$ГСОП = (t_v - t_{от}) \cdot z_{от}, \text{ °С} \cdot \text{сут/год} \tag{11}$$

где t_v — расчетная температура внутреннего воздуха в °С, принимаемая по нормам проектирования зданий и сооружений соответствующего назначения [3, табл 3];

$t_{от}, z_{от}$ — средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С, и средняя продолжительность, сут/год [4, с. 9];

$$ГСОП = (20 + 4,8) \cdot 207 = 5134, \text{ °С} \cdot \text{сут/год} \tag{12}$$

Определяем R_0 по таблице 4 [2, с.9] методом интерполяции: $R_0 = 2,74, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Таблица 2. Величины теплотехнических характеристик строительных материалов и конструкций (норматив 2022 года)

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С
Кирпичная кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	1800	0,7
Раствор цементно-песчаный	1800	0,76

Таблица 3. Сравнение значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций по старым и новым нормативным документам

Описание	Обозначение	Единица измерения	Год нормативного документа	
			1971 г.	2022 г.
Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций	$R_0^{\text{мп}}$	м²·°С/Вт	0,819	1,249
Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций	R_0	м²·°С/Вт	1,128	1,125

Таблица 4. Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, (°С·сут)/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче R_0 , м ² ·°С/Вт стены
Общественные, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	5000	2,7
	6000	3,0

Таблица 5. Величины теплотехнических характеристик строительных материалов и конструкций

Материал	Плотность, кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°С
Плиты жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих	250	0,082
Пенополистирол	150	0,052
Теплоизолирующая краска ThermoizolFassade [6]	500	0,0012

При подборе теплоизоляционного материала для наружной стены по условию энергоэффективности, было рассмотрено три варианта конструкции. Характеристика теплоизоляционных материалов данных конструкций представлены в таблице 5, [5, с. 36].

В первом варианте конструкции наружной стены (рис.2) в качестве утеплителя принята жесткая минеральная вата. Определяем сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 по формуле (2):

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,082} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{0,64}{0,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} = 2,74, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \tag{13}$$

$x = 0,132$ мм, принимаем толщину утеплителя 0,150 мм.

Плюсами данной конструкции является то, что минеральная вата в составе конструкции является негорючим материалом, воздухопроницаемым (не заводятся насекомые) и относительно дешевым материалом.

Однако при намокании минеральная вата теряет теплофизические свойства. Из-за низких теплоизоляционных свойств в нашем случае требуется 150 мм утеплителя, что приведет к сложным фасадным работам и требует дополнительной облицовки фасада.

Во втором варианте конструкции наружной стены (рис. 3) в качестве утеплителя принят пенополистирол. Определяем сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 по формуле (2):

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,052} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{0,64}{0,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} = 2,74, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \tag{14}$$

$x = 0,084$ мм, принимаем толщину утеплителя 0,100 мм.

У пенополистирола в данной конструкции лучше теплоизоляционные свойства, чем у минеральной ваты, что сокращает толщину слоя до 100 мм, материал не боится намокания.

Минусом является горючесть пенополистирола и его воздухопроницаемость. Также из-за большой толщины утеплителя требуются сложные дорогостоящие фасадные работы.

В третьем варианте конструкции наружной стены (рис. 4) в качестве утеплителя принята теплоизоляционная краска ThermoizolFassade. Определяем сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 по формуле (2):

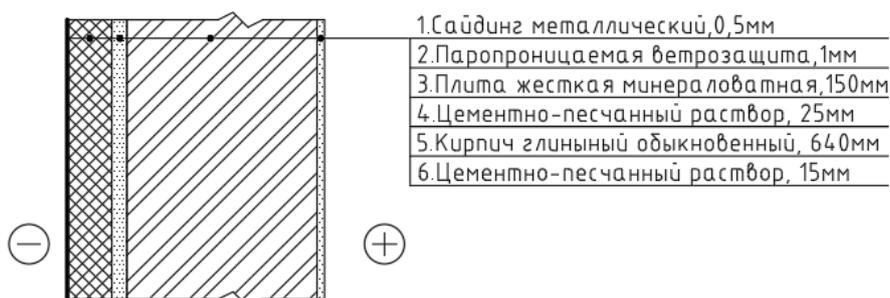


Рис. 2. Разрез конструкции наружной стены вариант

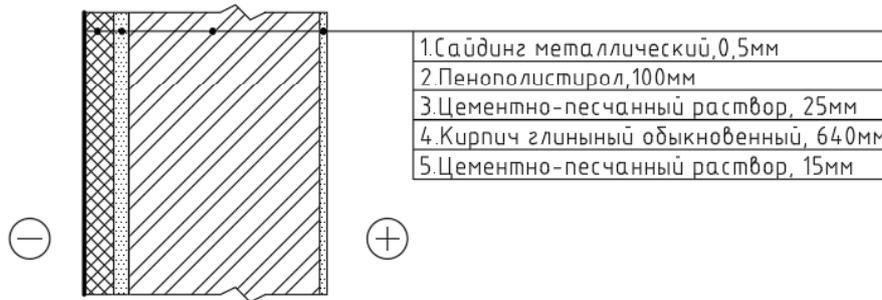


Рис. 3. Разрез конструкции наружной стены вариант 2

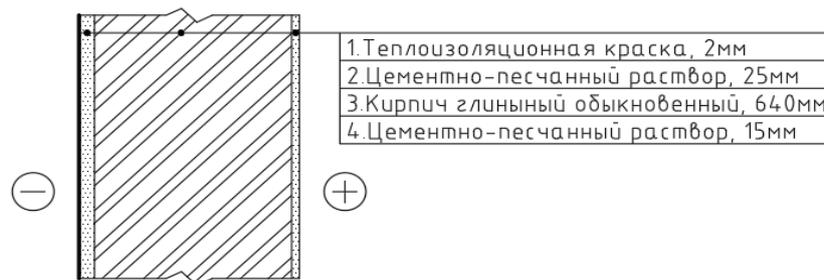


Рис. 4. Разрез конструкции наружной стены вариант 3

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,0012} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{0,64}{0,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} = 2,74, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (15)$$

$x = 0,0019\text{мм}$, принимаем $0,002\text{ мм}$.

К плюсам данной конструкции можно отнести очень высокие теплоизоляционные свойства, что не требует дополнительных фасадных работ из-за необходимости нанесения 2 мм (два слоя). Данная конструкция воздухопроницаемая, имеет стойкость к коррозии, имеет гидроизоляционные свойства, не боится ультрафиолета, можно добавить колер для придания фасаду цвета; не боится ультрафиолета.

Однако работа с данной краской требует соблюдения технологии, транспортировки, хранения, приготовления и нанесения материала.

Основываясь на результатах расчетов сопротивления теплопередаче наружной стены, теплоизоляционная краска обладает самым низким коэффициентом теплопроводности, следовательно, она имеет наименьший необходимый слой утеплителя. Исходя из этого, использование теплоизоляционной краски для утепления старых построек является наиболее экономически выгодным и целесообразным.

Литература:

1. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. СНиП II-A.7-71.
2. СН РК 2.04-07-2022 «Тепловая защита зданий».
3. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметр микроклимата в помещениях».
4. СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология».
5. СП РК 2.04-107-2022 «Тепловая защита зданий».
6. Жидкая универсальная теплоизоляция — Thermoizol Fassade | Kaizer — Лакокрасочный завод в Казахстане [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://kaizer.kz/product/zhidkaya-universalnaya-teploizolyacziya-thermoizol-fassade/>

БИОЛОГИЯ

Нейромедиаторы в детской неврологии: от молекул до клинической практики

Ильницкая Виктория Васильевна, студент

Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД России

В статье представлен обзор современных знаний о роли нейромедиаторов в развитии и лечении детских неврологических заболеваний. В работе анализируется влияние нейромедиаторных систем на формирование когнитивных функций, поведение и развитие центральной нервной системы ребенка (5, 14, 15), а также рассматриваются перспективы применения инновационных лекарственных средств в клинической практике (9, 10).

Ключевые слова: нейромедиаторы, детская неврология, центральная нервная система, когнитивные функции, поведение, нейроразвитие, лекарственная терапия, клиническая практика, инновационные лекарства.

Neurotransmitters in pediatric neurology: from molecules to clinical practice

Ilnitskaya Victoria Vasilyevna, student

Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia

Neurotransmitters play a crucial role in the development and treatment of pediatric neurological disorders. This abstract presents an overview of current knowledge about the impact of neurotransmitter systems on the formation of cognitive functions, behavior, and central nervous system development in children, and explores the potential application of innovative drugs in clinical practice.

Keywords: neurotransmitters, pediatric neurology, central nervous system, cognitive functions, behavior, neurodevelopment, drug therapy, clinical practice, innovative drugs.

Актуальность. Детская неврология в настоящее время является одной из наиболее активно развивающихся областей медицины. Понимание роли нейромедиаторов в развитии и функционировании центральной нервной системы ребенка имеет ключевое значение для эффективного лечения многих детских неврологических заболеваний (14, 15, 16). Создание новых лекарственных средств, направленных на модуляцию нейромедиаторных систем, открывает новые перспективы для улучшения качества жизни детей и их семей.

Цель работы. Проанализировать роль нейромедиаторов в развитии и патогенезе детских неврологических заболеваний и оценить перспективы разработки таргетных лекарственных средств, направленных на модуляцию нейромедиаторных путей для улучшения лечения и профилактики этих заболеваний.

Задачи исследования. 1). Анализ роли нейромедиаторов в развитии и патогенезе детских неврологических заболеваний. 2). Оценка перспектив разработки таргетных лекарственных средств, направленных на модуляцию нейромедиаторных путей для улучшения лечения и профилактики этих заболеваний.

Материалы и методы. Для подготовки тезисов был проведен анализ современной научной литературы по теме нейромедиаторов в детской неврологии. Обзор включает работы, описывающие роль нейромедиаторных систем в развитии и функционировании центральной нервной системы ребенка (5, 14, 15), а также исследования по лекарственной терапии детских неврологических заболеваний с учетом влияния на нейромедиаторные системы (9, 10).

Результаты. Систематический анализ научной литературы продемонстрировал важную роль нейромедиаторных систем в обеспечении процессов нейропластичности, критически важных для оптимального развития и функционирования ЦНС в онтогенезе ребёнка (5, 15). Дисрегуляция нейротрансмиссии, в частности нарушения в глутаматергической, дофаминергической и серотонинергической системах, оказывает негативное влияние на формирование синаптогенеза, нейрогенез в определенных областях мозга (например, в гиппокампе) и механизмы долговременной потенциации (LTP) и долговременной депрессии (LTD) синаптической пластичности,

что является потенциальным фактором риска в патогенезе когнитивного дефицита (14, 15, 16).

Выявлена корреляция между дисфункцией нейромедиаторного гомеостаза и патогенезом ряда детских неврологических расстройств, включая детский церебральный паралич (ДЦП) (4, 6, 19), расстройства аутистического спектра (РАС) (1, 7, 8, 17) и синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) (3, 18). Установлено, что дисбаланс нейромедиаторов (например, снижение уровня ГАМК при ДЦП [4], изменение соотношения возбуждающих и тормозных нейромедиаторов при РАС [8]) участвует в формировании нейрофизиологических и поведенческих нарушений, характерных для этих заболеваний.

Таргетная фармакотерапия, направленная на селективную модуляцию нейромедиаторных путей, представляет собой перспективное направление (9, 10, 16). Разрабатываемые препараты, включающие селективные ингибиторы обратного захвата нейромедиаторов (СИОЗС, СИОЗСиН), агонисты и антагонисты метаболитных и ионотропных рецепторов (например, агонисты ГАМК-В рецепторов, антагонисты NMDA рецепторов),

а также ферментные ингибиторы, влияющие на метаболизм нейромедиаторов (например, ингибиторы МАО), обладают потенциалом для улучшения клинических результатов при лечении детских неврологических патологий [9]. Крайне важно продолжить оценку эффективности и безопасности различных классов таргетных соединений с помощью рандомизированных контролируемых клинических исследований (РКИ) с использованием объективных нейрофизиологических и поведенческих показателей для стратификации пациентов и персонализации терапии (10, 20).

Заключение.

1. Нейромедиаторные системы играют центральную роль в процессах развития и патогенезе детских неврологических заболеваний.
2. Нарушения нейротрансмиссии оказывают существенное влияние на нейропластичность.
3. Дисрегуляция нейротрансмиссии приводит к манифестации широкого спектра неврологических и психических расстройств.

Литература:

1. Джонсон К. П., и Зарриннегар П. (2021). Расстройство аутистического спектра и сон. Детские и подростковые психиатрические клиники Северной Америки, 30(1), 195–208. // Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America. 2021. Т. 30, № 1. С. 1–18.
2. Гузева В. И. Детская неврология. Москва: СИМК, 2014. 301 с. (Вып. 2); 332 с. (Вып. 3).
3. Заваденко Н. Н. Как понять ребенка: дети с гиперактивностью и дефицитом внимания. Москва: Школа-Пресс 1, 2001. 122 с.
4. Иванов И. И., Петров П. П. Нейромедиаторы в развитии детского церебрального паралича: современные взгляды // Журнал детской неврологии. 2023. № 1. С. 12–18.
5. Коган А. Б. Основы физиологии высшей нервной деятельности. Москва: Высшая школа, 1988. 368 с.
6. Семенова К. А. Детские церебральные параличи. Москва: Медицина, 1968. 259 с.
7. Сенсорные особенности детей с расстройствами аутистического спектра. Стратегии помощи: методическое пособие. Москва: ФРЦ ФГБОУ ВО МГППУ, 2018. 70 с.
8. Смит Дж.Д., Джонс К. Л. Нейромедиаторы и развитие расстройств аутистического спектра // Journal of Child Neurology. 2022. Т. 37, № 5. С. 456–462.
9. Харкевич Д. А. Фармакология. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 752 с.
10. Джонсон М. А., Уильямс С. К. Новые методы медикаментозной терапии детской эпилепсии // Epilepsia. 2020. Т. 61, № 1. С. 12–21.
11. Суэйман К. Ф., Эшвал С., Ферриеро Д. М., Шор Н. Ф. Детская неврология Суэймана: принципы и практика. 6-е изд. Филадельфия, Пенсильвания: Эльзевир; 2017.
12. Волпе Дж. Дж., Индер Т. Е., Даррас Б. Т., де Врис Л. С., дю Плесси А. Дж., Нил Дж. Дж., Перлман Дж. М. Неврология новорожденных Волпе. 6-е изд. Филадельфия, Пенсильвания: Эльзевир; 2018.
13. Мария Б. Л. Руководство по детской неврологии. 7-е изд. Филадельфия, Пенсильвания: Волтерс Клувер; 2020.
14. Сигел Г.Дж., Агранофф Б. В., Алберс Р. В., Фишер С. К., Улер М. Д. Основы нейробиологии: принципы молекулярной, клеточной и медицинской нейробиологии. 8-е изд. Academic Press; 2012.
15. Санес Д. Х., Рех Т. А., Харрис В. А. Развивающаяся нейробиология. 4-е изд. Academic Press; 2018.
16. Леонард Б. Е. Нейромедиаторы, лекарства и функции мозга. Academic Press; 2003.
17. Грандин Т., Панек Дж. «Аутичный мозг: помощь различным типам ума в достижении успеха». Бостон: Mariner Books; 2014.
18. Амен Д. Г. Взять на себя ответственность за СДВГ. Нью-Йорк: Perigee; 2010.
19. Тиман Б. Л. Детский церебральный паралич: полное руководство по уходу. Балтимор: Издательство Университета Джонса Хопкинса; 2018.
20. Пеллок Дж.М., Додсон В. Э., Буржуа Б. Ф. Д. Эпилепсия: 199 ответов. Demos Medical; 2004.

МЕДИЦИНА

Парадоксальные мутации: люди со сверхпрочными костями и кровью, устойчивой к ядам

Дониёрова Комила Элёровна, студент
Международный университет Кимё в г. Ташкенте (Узбекистан)

Современная наука открывает всё больше примеров редких генетических мутаций, которые наделяют людей почти сверхчеловеческими способностями. Среди таких феноменов особенно интересны мутации, повышающие плотность костей до экстремальных значений, а также генетические изменения, делающие кровь устойчивой к смертельно опасным заболеваниям и токсинам. В данной статье рассматриваются два ярких примера подобных аномалий: мутация гена LRP5, которая делает кости невероятно прочными и практически не поддающимися переломам, а также мутация гена CCR5, обеспечивающая естественный иммунитет к ВИЧ. Кроме того, исследуется феномен врождённой устойчивости к ядам, встречающийся у некоторых групп людей, длительное время подвергавшихся воздействию токсичных веществ. Например, в аргентинском регионе Арсения на протяжении поколений у жителей формировалась мутация, позволяющая их организму справляться с высоким содержанием мышьяка в воде.

Ключевые слова: генетические мутации, LRP5, CCR5, сверхплотные кости, устойчивость к ядам, иммунитет к ВИЧ, геновая инженерия, редактирование ДНК, биотехнологии, наследственные аномалии, медицинские перспективы, остеопороз, генетическая устойчивость.

Paradoxical Mutations: People with Super-Hard Bones and Poison-Resistant Blood

Modern science continues to uncover rare genetic mutations that grant certain individuals extraordinary physical resilience. Among the most fascinating cases are mutations that significantly increase bone density, making bones nearly unbreakable, and genetic alterations that render blood resistant to deadly diseases and toxins. This article explores two notable examples of such anomalies: the LRP5 mutation, which leads to exceptionally dense and fracture-resistant bones, and the CCR5 mutation, which provides natural immunity to HIV. Additionally, the phenomenon of innate toxin resistance is examined, as observed in certain populations exposed to hazardous substances for generations. A striking example is found in Argentina's Arsenia region, where a genetic adaptation enables residents to tolerate high levels of arsenic in drinking water.

Keywords: genetic mutations, LRP5, CCR5, high bone density, toxin resistance, HIV immunity, genetic engineering, DNA editing, biotechnology.

Введение

Актуальность темы заключается в том, что современная наука стремительно развивается, открывая перед человечеством новые горизонты понимания генетики и ее влияния на здоровье. Среди множества изучаемых мутаций особый интерес представляют те, которые наделяют людей поразительными физическими характеристиками, выходящими за рамки нормы. Одни обладают костями, практически не поддающимися переломам, другие — врождённым иммунитетом к смертельно опасным инфекциям, а третьи способны выживать в условиях, губительных для большинства людей. Эти уникальные особенности не являются выдумкой или плодом научной фантастики, а представляют собой реальные редкие генетические мутации, изучаемые современной медициной.

Одной из самых поразительных мутаций является изменение гена LRP5, которое приводит к значительному увеличению плотности костной ткани. Люди с такой мутацией имеют кости, в несколько раз прочнее, чем у среднестатистического человека, что делает их практически неуязвимыми для переломов и механических повреждений. Это открытие не только поражает воображение, но и имеет огромное медицинское значение, так как может

быть использовано для лечения остеопороза и других заболеваний, связанных с потерей костной массы. Кроме того, мутация CCR5, которая обеспечивает иммунитет к ВИЧ, открывает новые возможности в лечении и профилактике этого заболевания. Изучение таких мутаций позволяет глубже понять механизмы генетической устойчивости и может привести к разработке новых методов лечения и профилактики различных заболеваний.

привести к разработке новых методов лечения таких заболеваний, как остеопороз и хрупкость костей. Другой важный пример — мутация гена CCR5, дающая естественную устойчивость к вирусу иммунодефицита человека (ВИЧ). Этот ген кодирует рецептор, который вирус использует для проникновения в клетки иммунной системы. Однако у носителей мутировавшей версии CCR5 рецептор отсутствует или изменён, что делает их невосприимчивыми к заражению.

Данное открытие привело к разработке методов редактирования ДНК, направленных на искусственное создание аналогичной мутации у пациентов, подверженных риску ВИЧ-инфекции. Кроме того, в ряде регионов мира были обнаружены популяции людей, обладающих врождённой устойчивостью к токсинам.

Например, в аргентинском регионе Арсения местные жители на протяжении веков потребляли воду с высоким содержанием мышьяка, что привело к естественному отбору мутации, позволяющей их организму справляться с этим ядом. Этот случай является ярким примером того, как эволюция и адаптация могут формировать уникальные физиологические особенности. Подобные генетические аномалии вызывают огромный интерес у учёных, поскольку они могут открыть новые перспективы в области медицины, биотехнологий и даже улучшения человеческой физиологии.

Генная инженерия, технологии редактирования ДНК, такие как CRISPR-Cas9, и персонализированная медицина позволяют надеяться, что в будущем такие мутации можно будет не только изучать, но и воспроизводить, создавая новые возможности для лечения заболеваний и даже улучшения человеческих возможностей. В данной статье мы подробно рассмотрим механизмы возникновения этих редких мутаций, их влияние на физиологию человека, медицинские перспективы их изучения, а также возможные этические и научные вызовы, связанные с искусственным редактированием человеческого генома.

Однако стремительное развитие генной инженерии и биотехнологий ставит перед наукой не только новые возможности, но и сложные вопросы. Если природа случайным образом создала людей с уникальными физическими особенностями, то сможет ли человечество в будущем целенаправленно изменять собственный геном, создавая более выносливых, устойчивых к болезням и даже физически совершенных людей? Развитие методов редактирования ДНК, таких как CRISPR-Cas9, уже сейчас позволяет модифицировать генетический код, но насколько этично вмешиваться в естественные процессы эволюции? Кроме того, важно учитывать возможные риски таких изменений. Несмотря на то, что мутации могут давать значительные преимущества, они также способны приводить к неожиданным последствиям.

Литература:

1. Савельев А. В. Генетика и эволюция человека. — М.: Наука, 2019. — 312 с.

Например, повышенная плотность костей может негативно сказаться на гибкости суставов, а устойчивость к определённым заболеваниям может сопровождаться сниженной иммунной реакцией на другие инфекции. Таким образом, изучение подобных генетических феноменов требует комплексного подхода, объединяющего достижения медицины, биологии, этики и философии. В данной статье рассматриваются примеры редких генетических мутаций, влияющих на прочность костей, устойчивость к вирусам и токсинам. Особое внимание уделяется их механизмам, потенциальному использованию в медицине, а также возможным перспективам генной модификации человека. Вопрос о том, стоит ли человечеству осознанно изменять свою природу или же это приведёт к непредсказуемым последствиям, остаётся открытым, и именно на эти аспекты мы постараемся обратить внимание в дальнейшем исследовании.

Заключение

Изучение редких генетических мутаций, делающих кости невероятно прочными, а кровь устойчивой к смертельным вирусам и ядам, открывает перед медициной и биотехнологиями новые перспективы. Примеры мутаций LRP5, обеспечивающей экстремальную плотность костной ткани, и CCR5, защищающей от ВИЧ, демонстрируют, насколько удивительными могут быть природные механизмы адаптации. Эти открытия не только помогают лучше понять работу человеческого организма, но и дают надежду на разработку инновационных методов лечения заболеваний, таких как остеопороз, вирусные инфекции и токсические отравления.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, генетические модификации человека остаются сложной и неоднозначной темой. Возможность целенаправленного изменения ДНК с помощью современных технологий, таких как CRISPR-Cas9, вызывает как научный интерес, так и этические дискуссии. Улучшение физиологических характеристик человека может привести не только к медицинским прорывам, но и к непредсказуемым последствиям, включая возможные побочные эффекты или социальное неравенство, связанное с доступностью генной модификации.

Таким образом, будущее использования подобных мутаций остаётся открытым вопросом. Дальнейшие исследования должны быть направлены не только на изучение самих мутаций и их влияния на организм, но и на разработку безопасных методов их применения. Человечество стоит на пороге новой эры медицины, и только комплексный научный, медицинский и этический подход позволит использовать открытия генетики на благо будущих поколений.

2. Воробьев А. И., Смирнов П. В. Редактирование генома: перспективы и риски. — СПб.: Бином, 2021. — 276 с.
3. Brown, T. A. Genomes 4. — Oxford: Garland Science, 2018. — 560 p.
4. Zhang, F., Wen, Y., Guo, X. CRISPR/Cas9 for genome editing: Progress, implications, and challenges. Human Molecular Genetics, 2018, 27(R2), R40-R45.
5. Weinstein, R. S. Bone strength and genetic factors. Nature Reviews Endocrinology, 2020, 16(8), 453–470.
6. Hütter, G., Nowak, D., Mossner, M. Long-term control of HIV by CCR5 Delta32/Delta32 stem-cell transplantation. New England Journal of Medicine, 2009, 360(7), 692–698.
7. López-Costas, O., Müldner, G. Human bone paleopathology and genetic markers: A review. Journal of Anthropological Sciences, 2021, 99, 45–67.

Рецидивирующий папилломатоз гортани у детей

Кладова Ольга Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, врач-педиатр, врач-инфекционист
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (г. Москва)

Анджель Андрей Евгеньевич, зам. главного врача по медицинской части
ГБУЗ г. Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы»

Ким Татьяна Федоровна, врач-ординатор
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (г. Москва)

Папилломатоз гортани характеризуется формированием рецидивирующих доброкачественных новообразований (папиллом). Вирус папилломы человека (ВПЧ), преимущественно типов 6 и 11, является причиной подавляющего числа случаев этого заболевания. Рецидивирование папилломатоза может быть предотвращено путем комплексного лечения. Следует помнить о необходимости проведения обязательной вакцинации против ВПЧ. В статье описан клинический случай тяжелой формы рецидивирующего папилломатоза гортани, диагностированного у ребенка после 1 года жизни, получившего курс комплексного лечения, включавшего вакцинацию, который предотвратил дальнейшее рецидивирование заболевания.

Ключевые слова: папилломатоз гортани, ювенильный респираторный папилломатоз, ВПЧ, дети, вакцинация.

Папилломатоз гортани (ПГ) — инфекционное заболевание слизистых оболочек дыхательных путей с преимущественным поражением гортани, вызываемое вирусом папилломы человека (ВПЧ) и характеризующееся образованием папиллом (доброкачественных новообразований) [1, 2]. В Российской Федерации нет точных данных о распространенности папилломатоза дыхательных путей (респираторного папилломатоза). Доктор Сидат Р. и др. (2020г.) указывает предполагаемую заболеваемость респираторным папилломатозом у детей в разных странах (число случаев на 100 000 детей): в США — 4,3, в Канаде — 0,24, в Японии — 0,1, в Таиланде — 2,8, в Южной Африке — 1,34. Установлено, что заболеваемость и распространенность в развивающихся странах аналогичны или немного выше, чем в развитых странах [3].

ПГ представлен двумя формами: взрослой и ювенильной. В настоящее время ювенильная форма развивается у детей в возрасте до 12 лет, чаще всего диагностируется с 2 до 4 лет, протекает агрессивнее взрослой формы, что подразумевает более 4 хирургических вмешательств в течение года [1]. Клинические проявления включают дисфонию, кашель, стридор, прогрессирующую дыхательную недостаточность с развитием синдрома obstructive apnoea сна, задержкой роста и потерей веса.

Нередко наблюдается легочное распространение ПГ, что приводит к тяжелой дыхательной недостаточности с трансформацией в плоскоклеточный рак или инвазивную плоскоклеточную карциному [1, 2, 4]. Тяжесть поражения оценивается при помощи анатомической шкалы Деркея, отражающая оценку в баллах от 0–3 для каждого участка дыхательных путей [5].

Папилломавирусы относятся к семейству паповавирусов (Papovaviridae), содержат ДНК и капсид, состоящий из структурных L1 и L2-белков, которые в зависимости от нуклеотидной последовательности определяются генотипы (типы) ВПЧ. ВПЧ 6 и 11 типов являются причиной подавляющего числа случаев папилломатоза гортани, относятся к группе низкого онкогенного риска [6].

РПГ, ассоциированный с ВПЧ 11 протекает более агрессивнее, чем с ВПЧ 6 [4].

Передача ВПЧ от матери к новорожденному происходит через родовые пути при аспирации инфицированного вагинального содержимого. Кроме этого, существует предположение о возможности контактно-бытового распространения ВПЧ среди детей [6].

Не у всех инфицированных ВПЧ развивается заболевание, что связано с наличием генетической предрасположенности к развитию рецидивирующего ПГ. Так, в своей

работе Друтман С. Б. и др. (2019г.) представили данные о наличии гомозиготной мутации гена NLRP1 у двух сиблингов (братьев) с синдромной формой респираторного папилломатоза. Мутантная аллель гена NLRP1 приводит к мутации с усилением функции (GOF) для активации инфламмосомы (мультипротеиновые комплексы, которые распознают патогены и запускают биологические механизмы для контроля инфекции), о чем свидетельствует повышение секреции цитокинов [7].

Также Иванчич Р. и др. (2019г.) показали, что тяжесть течения ПГ у детей связана с несовершенством созревания иммунной системы и отсутствием выработки эффективного специфического Т- и В-клеточного иммунного ответа. Так, у детей увеличивалось количество циркулирующих CD4 + Т-клеток, синтезирующих ИЛ-10, который подавляет синтез лимфоцитов Th1, участвующих в элиминации ВПЧ посредством продукции ИФН- γ , ИЛ-2 и ФНО- α [8].

Одними из первых лекарственных веществ для системного лечения ПГ были препараты из группы интерферонов (ИФН) и индукторов ИФН. В обзоре Иванчич Р. и др. (2018г.) показали, что 117 из 160 (73,1 %) детей с ПГ, леченных ИФН-альфа-2b, имели полный или частичный ответ, измеряемый степенью рецидива. Другая группа показала, что первоначальное снижение скорости роста папиллом при лечении ИФН-альфа-2b в первые 6 месяцев после лечения не было длительным и стало незначительным во вторые 6 месяцев после лечения [9]. Индукторы интерферона стимулируют синтез эндогенного ИФН. В работе Султанова А. и др. (2024г.) представили клинический случай рецидивирующего ПГ у мужчины 28 лет, у которого проведено 14 операций в период с 2009-2016 гг. В послеоперационном материале был выявлен только ДНК ВПЧ 11 типа с высокой вирусной нагрузкой (+++). По данным иммунологического исследования в крови отмечались изменения в субпопуляциях лимфоцитов: относительное количество клеток CD3 и CD4 было снижено до 60 (66–80) и 27 (35–50), в то время как число CD16-клеток было повышено до 30 (8–17). Соотношение CD4/CD8 также было снижено до 0,8 (1,3–2,3), что указывает на иммуносупрессивное состояние пациента. Была назначена противовирусная терапия индуктором интерферона на основе лиофилизированной дсРНК. Через 6 месяцев лечения рецидива ПГ не было, изменения в иммунограмме нормализовались [10].

Диагноз можно подтвердить при фиброоптическом исследовании (фибрларингоскопии), где в удаленном материале можно определить тип ВПЧ с помощью метода ПЦР [1, 2].

Комплексное лечение ПГ включает хирургическое вмешательство, противорецидивную медикаментозную терапию с последующим проведением вакцинации [1, 2, 9, 11].

Цель. Демонстрация клинического случая рецидивирующего папилломатоза гортани у ребенка, наблюдавшегося у врачей-специалистов в КДЦ МДГКБ с 1г. 7 мес., многократно оперированного, получившего курс ком-

плексного лечения, который предотвратил дальнейшее рецидивирование заболевания.

Клинический случай. Пациент К., 17.06.2019 г.р., на диспансерном учете у специалистов не состоял, имел неотягощенный аллергоанамнез, болел ОРВИ редко, детские учреждения не посещал. Впервые операция по удалению папиллом гортани проведена в Белоруссии в августе 2020г., консервативного лечения не получал. Повторно оперирован в г. Москве в НМИЦ ДГОИ им. Д. Рогачёва в декабре 2020г., консервативного лечения не получал. В связи с 3-м рецидивом папилломатоза гортани родители обратились к оториноларингологу в КДЦ МДГКБ в январе 2021г. с жалобами на шумное дыхание, осиплость голоса у ребенка. По результатам фибрларингоскопии выявлен рост папиллом, незначительно суживающих просвет голосовой щели, на левой вестибулярной складке, в передней комиссуре, по всей длине левой голосовой складки, левая вестибулярная складка была рубцово изменена. Было рекомендовано обратиться к аллергологу-иммунологу, который консультировал мальчика в КДЦ МДГКБ 20.01.21г. и назначил курс лечения препаратами интерферона альфа-2b и другими иммуномодуляторами.

Несмотря на проводимое лечение, состояние ребенка ухудшилось, в связи с чем в феврале 2021г. проведено 3-е оперативное вмешательство в отделении оториноларингологии МДГКБ. В дальнейшем повторные операции были проведены в мае, июле, октябре 2021г. Ребенок был направлен оперирующим врачом из отделения оториноларингологии МДГКБ к врачу-инфекционисту на консультацию. Впервые осмотрен в КДЦ МДГКБ врачом-инфекционистом 02.12.21г. На момент осмотра отмечалась полная афония, при плаче звучности голоса не было. Выставлен диагноз: Доброкачественное новообразование гортани (рецидивирующий папилломатоз гортани). Хроническая персистирующая папилломавирусная инфекция, реактивация, тяжелая форма (кол-во операций >4 за год).

На основании данных литературы [1, 2, 9, 11], был разработан протокол комплексного медикаментозного лечения рецидивирующего ПГ, включавшего препараты из группы интерферонов и индукторов интерферонов, которые ребенок получал с декабря 2021г. по август 2022г. Ребенок наблюдался регулярно у врача-инфекциониста в КДЦ МДГКБ. На фоне проводимого лечения мальчик не болел, у него появился голос, рецидива ПГ не отмечалось. В НИИ вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова в центре иммунопрофилактики по протоколу off-label начата вакцинация против ВПЧ по схеме 0–2–6 мес. с целью создания бустерной дозы антител к ВПЧ 6, 11, 16, 18 типов. С августа 2022г. (V1) по февраль 2023г. (V3) проведена вакцинация четырехвалентной вакциной Гардасил против ВПЧ 6, 11, 16 и 18 (Gardasil; Merck Sharp & Dohme) в дозе 0,5 мл внутримышечно. Местной и общей реакций на введение вакцины не отмечалось. Вакцинация проводилась на фоне продолжающегося курса медикаментозного лечения до 23.02.2023г. В дальнейшем

было рекомендовано повторное обращение в КДЦ МДГКБ при развитии любого клинического проявления рецидива ПГ.

Только в декабре 2024г. родители обратились в КДЦ МДГКБ в связи с тем, что месяц назад у ребенка появился грубый кашель с повышением температуры до 38,5оС в течение 3 дней. В настоящее время периодически беспокоит сухой кашель после физической нагрузки. Мальчик начал посещать занятия в центре развития детей с сентября 2024г. 1 раз в неделю, петь в церковном хоре. На момент осмотра говорил звонким голосом, пел песни в течение 10 минут. За прошедший год вырос на 13 см, в весе прибавил 5,5 кг. Данных за рецидив папилломатоза гортани не было.

Заключение. Представленный клинический случай показал агрессивное течение папилломатоза гортани, диагностированного у ребенка после 1 года жизни, который потребовал многократных хирургических вмешательств. Предотвратить рецидивы заболевания удалось

с помощью комплексного подхода с применением длительного курса медикаментозной терапии в сочетании с вакцинацией против ВПЧ 6, 11, 16, 18 типов. Учитывая ранний дебют, неблагоприятный прогноз течения папилломатоза гортани в раннем возрасте, отсутствие возможности прививать детей младше 9 лет согласно инструкции к вакцине, в дальнейшем следует рассмотреть вакцинацию против ВПЧ в качестве противорецидивного лечения у детей раннего возраста по протоколу off-label. В настоящий момент для оценки эффективности и безопасности комплексного медикаментозного лечения в сочетании с вакцинацией против ВПЧ нет крупномасштабных исследований с долгосрочным наблюдением, что диктует необходимость их проведения в дальнейшем. Учитывая, что ювенильная форма папилломатоза гортани развивается путем передачи ВПЧ в очень раннем возрасте, вероятно, во время родов, целесообразно усилить контроль за достижением охвата вакцинацией девочек с 13-летнего возраста до 95 %.

Литература:

1. Charles Lepine a,b, Nicolas Leboulanger c,d, Cécile Badoual. Juvenile onset recurrent respiratory papillomatosis: What do we know in 2024? *Tumour Virus Research*. June 2024; Volume 17. <https://doi.org/10.1016/j.tvr.2024.200281>
2. Решетов И. В., Багненко С. Ф., Крюков Е. В., Поляков В. Г., Паршин В. Д., Разумовский А. Ю., Захарова М. Л., Карпищенко С. А., Кривошпалов А. А., Павлов П. В., Рябова М. А., Солдатский Ю. Л., Базаров Д. В., Пряников П. Д., Поляков Д. П., Сидоренко С. И., Сагателян М. О., Айзенштадт А. А., Чучкалова Ж. А., Мушенко В. А., Сладкова Т. В., Миронова Н. А. Консенсус по лечению больных респираторным рецидивирующим папилломатозом. Голова и шея. 2023; 11(3).
3. RY Seedat. Juvenile-Onset Recurrent Respiratory Papillomatosis Diagnosis and Management — A Developing Country Review. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*. 2020; 11:39–46. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S200186>
4. Raiza Amiling, Elissa Meites, Troy D Querec, Laura Stone, Vidisha Singh, Elizabeth R Unger, Craig S Derkay, Lauri E Markowitz. Juvenile-Onset Recurrent Respiratory Papillomatosis in the United States, Epidemiology and HPV Types—2015–2020. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. July 2021; 10(7): 774–781. <https://doi.org/10.1093/jpids/piab016>
5. Robbi A. Kupfer, Emel Cxadalli Tatar, Jonnae O. Barry, Clint T. Allen, and Albert L. Merati. Anatomic Derkay Score Is Associated with Voice Handicap in Laryngeal Papillomatosis in Adults. *Laryngology and Neurology*. 2016 Apr;154(4):689–92. <https://doi.org/10.1177/0194599816628871>
6. Каира А. Н., Свитич О. А., Политова Н. Г. Папилломавирусная инфекция — эпидемиология и профилактика: Учебное пособие. — Москва, 2022.
7. Scott B Drutman, Filomeen Haerynck, Franklin L Zhong, David Hum, Nicholas J Hernandez, Serkan Belkaya, Franck Rapaport, Sarah Jill de Jong, David Creytens, Simon J Tavernier, Katrien Bonte, Sofie De Schepper, Jutte van der Werff ten Bosch, Lazaro Lorenzo-Diaz, Andy Wullaert, Xavier Bossuyt, Gérard Orth, Vincent R Bonagura, Vivien Béziat, Laurent Abel, Emmanuelle Jouanguy, Bruno Reversade, Jean Laurent-Casanova. Homozygous NLRP1 gain-of-function mutation in siblings with a syndromic form of recurrent respiratory papillomatosis. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2019 Sep 4;116(38):19055–19063. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906184116>
8. R Ivancic, H Iqbal, B deSilva, Q Pan, L Matrka. Immunological tolerance of low-risk HPV in recurrent respiratory papillomatosis. *Clin Exp Immunol*. 2019 Oct 31;199(2):131–142. <https://doi.org/10.1111/cei.13387>
9. Ryan Ivancic, Hassan Iqbal, Brad deSilva, Quintin Pan, Laura Matrka. Current and future management of recurrent respiratory papillomatosis. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2018 Jan 14;3(1):22–34. <https://doi.org/10.1002/lio2.132>
10. Alina Sultanova, Liba Sokolovska, Maksims Cistjakovs, Andrejs Lifšics. Loss of Recurrent Laryngeal Papillomatosis following Postsurgical Treatment with dsRNA Interferon Inducer. *Case reports in infectious diseases*. 08 July 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/6044987>
11. Дайхес Н. А., Егоров В. И., Нажмудинов И. И., Романенко С. Г. Доброкачественные и предраковые заболевания гортани. Клинические рекомендации. Национальная ассоциация оториноларингологов. 2016г.

Измерение pH слюны у студентов экспресс-методом. Значение нарушения кислотно-щелочного равновесия в патогенезе стоматологических заболеваний

Михайлова Мария Александровна, студент;
Минервин Павел Игоревич, студент;
Хурсевич Виктория Алексеевна, студент;
Асташкина Ольга Дмитриевна, студент;
Абдугафуров Шахзод Шавкатович, студент;
Алави Мохаммадиян Сейед Мортеза, студент

Научный руководитель: Неустроев Герман Вениаминович, доктор медицинских наук, профессор;
Научный руководитель: Гайдук Игорь Викторович, кандидат медицинских наук, доцент
Российский университет медицины Минздрава России (г. Москва)

В статье исследованы сдвиги pH смешанной слюны экспресс-методом у студентов-стоматологов и способы ее коррекции, обсуждаются вопросы причин и механизмов развития ацидоза и алкалоза при стоматологических патологиях.

Ключевые слова: pH, pH смешанной слюны, смешанная слюна, алкалоз, ацидоз, стоматология.

На кафедре патофизиологии измерение pH биологической жидкости — слюны — представляет особый интерес при изучении тем: «Патофизиология кислотно-щелочного равновесия (КЩР) организма» и «Патофизиология кариеса» [1,2].

Экспериментальная разработка этих тематик продиктована тем, что в настоящее время в перечисленных занятиях отсутствует практическая часть даже в ведущих ВУЗах страны (например, РНИМУ им. Пирогова, РУМ им. А. И. Евдокимова). Для того, чтобы эксперименты «прижились» на занятиях, они должны быть простыми в исполнении, доступными, экономически недорогими, массовыми, информативными, обязаны представлять интерес для обсуждения и формирования клинического мышления у студентов, а также иметь значение для клиники. Схема предлагаемого занятия включает сбор слюны — определение pH этой биологической жидкости каждым студентом — составление сводной таблицы по полученным данным всей группы — изучение литературы по теме в интернете — составление полученных данных — выводы — обсуждение возможных причин, механизмов патологии — предполагаемые осложнения — меры патогенетической профилактики.

Ниже приводятся экспериментальные данные одного из занятий по патофизиологии нарушений КЩР в ротовой полости.

Цель занятия — обнаружить нарушения pH смешанной слюны у студентов, оценить их значение для раннего выявления патологии.

Материал и методы

Использована биологическая жидкость — слюна студентов, которую каждый испытуемый собирает в часовое стекло методом сплевывания. Для этого достаточно одного плевок полным ртом. После этого опускают одну лакмусовую полоску в слюну на 2–3 секунды, извлекают и приступают к сравнению ее цвета с цветовой шкалой.

Чем кислотнее слюна, тем цвет будет более красным, чем щелочнее — тем более синим. Нейтральная среда имеет голубой цвет.

Для коррекции КЩР использовали раствор бикарбоната натрия (пищевую соду). В условиях практического занятия для приготовления раствора использовали 2 пробирки: в одну насыпали 3 мл порошка соды, в другую 10 мл физраствора. Перед использованием соду растворяли в физрастворе, набирали в рот 1 глоток раствора и полоскали его 1 минуту. Через 5–10 минут проводили повторное измерение pH слюны (первое измерение pH слюны делали до обработки слизистой рта бикарбонатом натрия). Изменение pH слюны до и после обработки содой ротовой полости осуществляли на приборе pH-метре, изображенном на рис. 1.

Результаты и обсуждение

Ниже приведем результаты исследований одной из групп студентов в таблице 1.

Отообразим результат работы на рис. 2.

Аналогичным способом рассчитывали pH у 2-й группы, состоящей из 17 студентов. Таким образом, общая выборка составила 27 человек.

По литературным данным [3,4] pH слюны колеблется вокруг нейтральной величины: pH = 6–7,6; pH = 6,5–7,5; pH = 6,8–7,4; pH = 6,4–7,4.

В наших исследованиях с учетом изложенных данных за норму приняты значения pH=6–8. Из таблицы 1 видно, что большинство обследованных студентов укладываются в эту норму. Стойкие изменения в течение 2-х недель отмечались лишь в одном случае, сдвиг КЩР составил pH=9. Еще в двух случаях также наблюдались повышенные значения pH=9, но они были непостоянными. Оказалось, что эти студенты использовали жевательную резинку до измерения pH. После отказа от ее употребления перед измерениями, повторные замеры с недельным интервалом дали нормальные значения.



Рис. 1. pH-метр

Таблица 1. Исследование показателей pH слюны студентов с помощью лакмусовых полосок

№ испытуемого	Цвет лакмусовой полоски*	Количественный показатель pH
1	Темно-зеленая	9
2	Зеленая	7
3	Светло-зеленая	6
4	Зеленая	8
5	Зеленая	8
6	Темно-зеленая	10
7	Зеленая	8
8	Зеленая	7
9	Зеленая	8
10	Темно-зеленая	9

* — определение проводилось на основе визуального анализа.



Рис. 2. Лакмусовые полоски, опущенные в пробирки со слюной студентов, изменили окраску

У шести студентов испытывали влияние полоскания рта содой на изменения показателя pH. Отобразим данные исследования в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что практически у всех испытуемых показатели pH из кислых значений сдвинулись в сторону щелочных, т. е. с помощью бикарбоната удается нейтрализовать кислую среду в полости рта.

Полученные данные позволяют перейти к их обсуждению. Важнейшим показателем является pH слюны.

Любые отклонения КЩР в кислую или щелочную сторону, выходящие за пределы нормы, оказывают влияние на активность ферментов клеток, взаимодействие с ними БАВ (например, ростковых факторов), на функциональное состояние рецепторов, на уровень апоптоза в тканях [5, с. 413]. Несмотря на постоянный прием пищи, содержащей кислые или щелочные продукты, сдвиг pH (ацидоз, алкалоз) быстро возвращается к норме (pH=6–8) за счет действия трех буферных систем (карбонатной, фосфатной, белковой).

Таблица 2. Изменения рН слюны до и после полоскания ротовой полости бикарбонатом Na

№ испытуемого	рН слюны до полоскания	рН слюны после полоскания
1	6	8
2	5,8	6,4
3	7,2	8,1
4	6,4	7,5
5	6,3	7,6
6	6,2	7,5

В том случае, если эти системы истощаются, быстро развиваются нарушения КЩР в сторону ацидоза или алкалоза. Как правило, гипосаливация сопровождается развитием кислотности (ацидоза) в ротовой полости и повышением активности кислой фосфатазы, а гиперсаливация — щелочности (т. е. алкалоза) и повышением активности щелочной фосфатазы. Факторы, влияющие на нарушения саливации разбирались ранее. Нарушение КЩР также влияет на минеральный обмен в ротовой полости. Уменьшение рН снижает связь Са с белком, способствует его вымыванию из эмали, формированию кариеса, появлению болевых ощущений, связанных с действием кислых ионов на нервные окончания. Критической величиной является рН=5.5. В наших исследованиях только у одного студента значение кислотности было низким и составляло рН=5,8. При длительном сохранении низких значений рН такого пациента можно отнести в группу риска и рекомендовать проведение профилактических антикариесогенных мероприятий: пересмотреть рацион питания, принимать пищу с преобладанием алкалогенных продуктов, проведение регулярной чистки зубов для удаления зубного налета, содержащего кариесогенные патогены, использовать флоссы, полоскать полость рта, стабильное посещение врача-стоматолога.

Как показали наши исследования (таблица 2), полоскание рта содовыми растворами уменьшает кислотность слюны и может снижать действие Н-ионов на нервные

окончания зуба, а следовательно, болевые ощущения при их появлении.

Гиперсаливация, как правило, сопровождается развитием сдвига КЩР в сторону алкалоза. В этом случае нарушение минерального обмена идет по пути увеличения связи Са с белками и отложение конъюгированного Са на поверхности зубов (образование зубного камня). Это способствует развитию воспаления (гингивита), а в последующем и пародонтита. В наших исследованиях (27 человек) у одного студента отмечалось стойкое изменение рН=9. Для предупреждения отложения зубного камня и последующего развития воспаления (гингивита) необходимы профилактические мероприятия: отказаться от использования жевательной резинки, изменить рацион питания с включением в рацион свежих овощей, фруктов, удаление зубного налета с содержанием гингивопатогенных микроорганизмов, посещение врача-стоматолога.

Таким образом, благодаря экспериментам занятие становится практически-ориентированным, достигает поставленной цели, позволяет обсудить значение ацидоза и алкалоза в развитии патологии в полости рта.

Другое значение полученных данных состоит в том, что экспресс-методы, использованные в работе, могут быть включены в программу профилактических стоматологических осмотров для раннего выявления нарушений КЩР в ротовой полости, что позволяет более обоснованно выделить группу риска среди обследованных пациентов.

Литература:

1. Еловицова, Т. М. Слюна как биологическая жидкость и ее роль в здоровье полости рта: учеб. пособие / Т. М. Еловицова, С. С. Григорьев. — Екатеринбург: Изд. Дом «ТИРАЖ», 2018.
2. Будникова И. В., Белогурова Е. А., Денисенко Н. П., Денисенко М. Д. — Санкт-Петербург: СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2021.
3. Метаболический ацидоз: диагностика и лечение / Р. Ф. Тепаев [и др.] // Педиатрическая фармакология. — 2016. — Т.13, № 4. — С.384–389.
4. Е. С. Иошченко, Е. В. Брусницына, Т. В. Закиров, Т. Н. Стати./ Профилактика стоматологических заболеваний: учебное пособие. — Екатеринбург: ФГБОУ ВО «УГМУ» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2022.
5. Дегтярев, В. П. Нормальная физиология: учебник / Дегтярев В. П., Сорокина Н. Д. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — 480 с.

Измерение показателей слюноотделения у студентов и их значение для оценки саливации при стоматологических заболеваниях

Хурсевич Виктория Алексеевна, студент;

Минервин Павел Игоревич, студент;

Михайлова Мария Александровна, студент;

Джейроян Давид Артурович, студент;

Кармазина Екатерина Денисовна, студент;

Вахрамеева Екатерина Александровна, студент

Научный руководитель: Неустроев Герман Вениаминович, доктор медицинских наук, профессор;

Научный руководитель: Гайдук Игорь Викторович, кандидат медицинских наук, доцент

Российский университет медицины Минздрава России (г. Москва)

В статье предлагается новая форма проведения занятий на кафедре патологической физиологии, которая помогает формировать клиническое мышление у студентов стоматологов. Экспресс метод выявил среди студентов единичные случаи гипо- и гиперсаливации. Полученные данные экспресс-методом могут представлять интерес для клиницистов, проводящих профессиональные гигиенические осмотры.

Ключевые слова: гипосаливация, гиперсаливация, стоматология.

Занятия по патофизиологии пищеварительной системы ставят своей целью изучить этиологию и патогенез таких заболеваний как кариес, пародонтит, сиалоаденит [1]. Усвоение данного материала осуществляется с помощью теоретических (лекций) и практических занятий, которые без экспериментальных работ несут характер микролекций.

Для устранения этого недостатка предлагается новая форма проведения практических занятий, задача которой превратить их, во-первых, в активный, динамичный творческий процесс, во-вторых, сделать их практически не для одного-двух студентов, а для всей группы, в-третьих, лабораторные исследования должны представлять интерес для клиники [2].

Предполагаемая экспериментальная работа включает следующие этапы: сбор слюны экспресс-методом, расчёт показателей слюноотделения, сравнение собственных данных с групповыми и литературными (для этого студенты проводят поиски в интернет-пространстве в течение занятия), выводы о характере нарушений саливации (норма, гипо/гиперсаливация), обсуждение возможных причин и механизмов нарушений.

Ниже приводятся экспериментальные данные одного из занятий, связанного с исследованием характера саливации у испытуемых.

Цель занятия — выявить нарушения саливации среди большой группы студентов, оценить их значение для раннего выявления патологии.

Материал и методы

Использована биологическая жидкость — смешанная слюна студентов, которую каждый получает методом сбора собственной слюны путём сплёвывания в течение 5 минут в стерильную пробирку [3]. Полученный материал позволяет рассчитать следующие показатели слюноотделения: 1) объём суточной слюны для этого сначала определяют объём собранной слюны за 1 минуту, полученную величину умножают на количество минут в сутках (24 умножаем на 60), 2) скорость слюноотделения (мл/мин): количество выделенной за 5 минут слюны делят на 5, получают значение скорости в (мл/мин), 3) величину осадка слюны и надосадочной жидкости не менее чем через час стояния пробирки.

Таблица 1. Результаты сбора слюны у студентов

№	Объём суточной слюны, мл	Скорость слюноотделения, мл/мин	Осадок слюны, мл	Надосадочная жидкость, мл	Отношение осадка к общему объёму
1	1440	1	0,98	0,52	
2	1296	0,9	1,33	0,17	
3	864	0,6	0,28	1,05	
4	5472	3,8	1,33	0,77	0,63
5	504	0,35	0,35	1,05	
6	1108	0,77	0,84	1,12	
7	1152	0,8	0,14	1,61	
8	1008	0,7	0,14	1,19	
9	331	0,23	0,77	1,33	0,36
10	504	0,35	0,21	1,26	

В таблице 1 приведён результаты исследований одной из групп.

Проиллюстрируем результаты работы на рис. 1.

Аналогичным способом рассчитываются показатели у второй группы, состоящей из 11 студентов. Т. е. общая выборка составила 21 человек.

По литературным данным нормальные суточные колебания объёма слюны варьируются от 0,5 л до 1,5 л, а средняя скорость слюноотделения составляет 0,3 мл/мин [4].

Большинство (90–95 %) обследованных студентов укладываются в эту норму. Однако у отдельных студентов наблюдается отклонение от нормальной саливации (гипосаливация отмечалась в 2-х случаях– 0,3 л и 0,4 л, гиперсаливация — в одном случае — 5,5 л).

Соответственно скорость слюноотделения была сниженной при гипосаливации до 0,23 мл/мин и 0,28 мл/мин при норме 0,3 мл/мин, а при гиперсаливации увеличена до 3,8 мл/мин. Такая же закономерность наблюдалась и при вычислении показателя осадок / надосадочная жидкость: при гипосаливации он был снижен, а при гиперсаливации увеличен.

Полученные данные позволяют перейти к поиску причин отклонений в секреции слюны, их механизмов и последствий.

Причины гиперсаливации многочисленны [4]: они могут быть как местные, так и системные (врожденные инвазии, лекарства, токсины), а также характер питания, использование жевательной резинки. Учитывая возраст испытуемых, наиболее вероятной причиной могли быть две последние. После дополнительного опроса оказалось, что студент с сиалореей пользовался жевательной резинкой. После прекращения использования резинки слюноотделение нормализовалось.

Причины гипосаливации также многочисленны [4]: среди них выделяют такие, как сужение или закупорка

слюнных желез, инфекции, опухоли, воспалительные процессы (гингивит, стоматит), лихорадки, сахарный диабет, анемии, тиреотоксикоз, химиотерапия, аллергические заболевания — синдром Шергена, возраст, врожденные заболевания.

У наших испытуемых, скорее всего, причиной гипосаливацией являются:

1) характер питания, например, использование избыточной солёной, острой пищи, бедной растительными, овощными продуктами или: 2) высокая активность СНС.

Для профилактики гипосаливации можно порекомендовать использование перед едой жевательной резинки (натурального состава), питье воды с лимонным соком, использование соответствующей зубной пасты. Смысл этих мероприятий — активировать рецепторы слизистой и центр слюноотделения. При стойкой гипосаливации проконсультироваться со стоматологом для предупреждения развития заболевания.

В механизме саливации большое значение имеет нервная система, а именно угнетение или стимуляция центра слюноотделения, ретикулярной формации и включение симпатического или парасимпатического нервов, иннервирующих слюнные железы [4].

Последствия стойкого нарушения слюноотделения при гиперсаливации связаны с избыточной потерей ионов, которая приводит к хрупкости зубов, а смыв иммуноглобулинов, лизоцима ослабляет защитную функцию слизистой рта.

Исходы гипосаливации связаны с уменьшением секреции слюны и ослаблением всех функций (пищеварительной, минерализующей, регенераторной, буферной) и способствует преждевременному развитию кариеса и пародонтита.

Таким образом, проведённое занятие в отличие от предыдущих (см. практикум по патофизиологии, М., 2014 [5])



Рис. 1. Собранная слюна у одной группы студентов

построено не на модельных опытах на лягушках, а соответствует натурному моделированию и поэтому вызывает у стоматологов естественную мотивацию, а также способствует формированию их клинического мышления.

Кроме того, это занятие имеет и клиническое значение, т. к. может быть включено в процесс профилакти-

ческих стоматологических осмотров, которые помимо визуальной оценки состояния зубов и слизистой рта, могут дополниться лабораторными результатами, полученными с помощью экспресс-метода, что поможет более обоснованно выделить группу риска среди обследуемых пациентов.

Литература:

1. Неустроев Г., Чикина. Н. Частная патофизиология для стоматологов. Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing 2019г. 140с.
2. Курбанова, Р. К. Лечебно-профилактическое значение гомеостатических параметров смешанной слюны в снижении частоты основных стоматологических заболеваний: диссертация кандидата медицинских наук: 3.1.7. / Курбанова Рухшона Каримхоновна; [Место защиты: ГОУ Институт последиplomного образования в сфере здравоохранения Республики Таджикистан; Диссовет 73.3.005.01 (Д 737.006.03)]. — Душанбе, 2024.
3. Дубова, Л. В. Иммуномодулирующее действие стоматологических материалов: автореферат дис. доктора медицинских наук: 14.01.14 / Дубова Любовь Валерьевна; [Место защиты: Моск. гос. мед.-стоматолог. ун-т]. — Москва, 2010.
4. Вавилова Т. П., Янушевич О. О., Островская И. Г. Слюна. Аналитические возможности и перспективы. М. : Изд-во Бином; 2014.
5. Практикум по общей патофизиологии: для студентов стоматологических факультетов / [Русанова А. Г. и др.]; под ред. А. Г. Русановой; Московский гос. медико-стоматологический ун-т. — Москва : ЗАО «Кн. мир», 2012. — 182 с.

Исследование отношения к болезни: ключ к оказанию психологической помощи в условиях детского стационарного отделения противотуберкулезного диспансера

Чувашева Юлия Валерьевна, медицинский психолог;
 Спасибухова Наталья Борисовна, медицинский психолог
 Воронежский областной клинический противотуберкулезный диспансер имени Н. С. Похвисневой

Туберкулёз органов дыхания является одним из наиболее распространённых и опасных инфекционных заболеваний в мире. Особенно уязвимой группой для этого заболевания являются подростки, которые находятся в периоде активного физического и психологического развития. Данное инфекционное заболевание требует комплексного подхода к лечению и реабилитации пациентов этой возрастной категории. Одним из важных аспектов успешного лечения является психологическое состояние больного, в том числе его отношение к болезни.

Ключевые слова: болезнь, подросток, туберкулез органов дыхания, тип отношения к болезни, психологическая поддержка.

Research on attitudes to the disease: the key to providing psychological assistance in the conditions of the children’s inpatient department of the tuberculosis dispensary

Chuvasheva Julia Valeryevna, medical psychologist;
 Spasibukhova Natalia Borisovna, medical psychologist
 Voronezh Regional Antituberculosis Dispensary named after N. Pokhvisneva

Tuberculosis of the respiratory system is one of the most widespread and dangerous infectious diseases in the world. Adolescents who are in a period of active physical and psychological development are particularly vulnerable to this disease. This infectious disease requires a comprehensive approach to the treatment and rehabilitation of patients in this age group. One of the important aspects of successful treatment is the psychological state of the patient, including his attitude to the disease.

Keywords: disease, adolescent, tuberculosis of the respiratory system, type of attitude to the disease, psychological support.

Введение. Изучение типа отношения к болезни у подростков больных туберкулёзом является важным шагом в понимании особенностей течения болезни, и спо-

собствуют разработке эффективных методов лечения и реабилитации. Полученные данные могут быть использованы для разработки программ психологической под-

держки подростков страдающих туберкулёзом. Особое значение исследование типа отношения к болезни приобретает в контексте существующей проблемы повышения приверженности лечению больных туберкулезом.

На базе детского стационарного отделения противотуберкулезного диспансера г. Воронежа накоплен опыт по разработке целеориентированных методов психологической поддержки и повышения мотивации к лечению на основе данных изучения типа отношения к болезни у подростков больных туберкулёзом органов дыхания.

При исследовании отношения к болезни подростков, находящихся на лечении в детском стационарном отделении, используются следующие методы:

— разработанная в Санкт-Петербургский научно-исследовательском психоневрологическом институте им. В. М. Бехтерева методика «ТОБОЛ», в основе которой лежит типология отношений к болезни, предложенная А. Е. Личко и Н. Я. Ивановым (1980);

— анализ медицинской документации (изучаются медицинские карты подростков для выявления особенностей течения болезни и лечения);

— индивидуальные и групповые беседы с пациентами, чтобы получить более глубокое понимание их отношения к болезни.

При анализе результатов исследования типа отношения к болезни обращает на себя внимание, что у подростков больных туберкулёзом органов дыхания могут встречаться различные типы отношения к болезни. Такое разнообразие типов в условиях детского стационарного отделения противотуберкулезного диспансера связано как со спецификой заболевания, так и с такими факторами как:

— социально-конституциональные характеристики и особенности личности подростка;

— отношение к заболеванию в семье и значимой для подростка социальной группе;

— собственный жизненный опыт.

Особо следует подчеркнуть, что отношение к болезни не статично и может меняться в зависимости от стадии болезни, эффективности лечения или других факторов.

Так, на ранних стадиях заболевания, когда подросток только начинает лечение, или при эффективной противотуберкулезной терапии, он может относиться к болезни позитивно, воспринимая её как временное состояние, которое можно преодолеть. Такие подростки проявляют активное отношение к лечению, выполняя рекомендации врача и стремясь к выздоровлению. По классификации отношения к болезни А. Е. Личко, это такие типы, как:

— гармоничный тип (подростки принимают свою болезнь, не заикливаются на ней, сохраняя активность и оптимизм);

— эргопатический тип (подростки стараются сохранить свой привычный образ жизни, несмотря на наличие заболевания, продолжая активно учиться или заниматься любимым хобби, начинают интересоваться новыми увлечениями, пробовать себя в различных видах деятельности).

На более поздних стадиях заболевания, когда лечение оказывается более сложным и длительным, или при появлении серьезных осложнений и значимых побочных реакций организма, у подростка может сформироваться негативное отношение к болезни с ярко выраженными страхом, тревогой, депрессией. В некоторых случаях подростки могут отрицать наличие болезни, её серьёзность, не желая признавать сам факт наличия заболевания. Возможен страх перед возможными последствиями или непонимание реальной ситуации. Некоторые подростки могут проявлять пассивное отношение к лечению, не проявляя инициативы или не выполняя рекомендации лечащего врача [1].

Так, у пациентов детского отделения противотуберкулезного диспансера встречаются следующие типы отношения в болезни, которые затрудняют процесс лечения и реабилитации:

— анозогнозический тип (подростки отрицают наличие болезни, не признают необходимость лечения, с легкостью и беззаботностью игнорируют симптомы болезни);

— тревожный тип (подростки испытывают страх и тревогу, связанные с болезнью, часто обращаются за помощью к врачам с бесконечными жалобами);

— ипохондрический тип (подростки сосредоточены на своих ощущениях и симптомах, преувеличивая тяжесть своего состояния);

— неврастенический тип (подростки раздражительны, быстро утомляются, часто жалуются на плохое самочувствие);

— меланхолический тип (подростки склонны к депрессии, часто испытывают чувство вины и безысходности);

— апатический тип (подростки безразличны к своей болезни, не проявляют интереса к лечению, не выполняют рекомендации врачей);

— сенситивный тип (подростки чувствительны к мнению окружающих, стараются скрыть свою болезнь из-за страха осуждения);

— эгоцентрический тип (подростки используют свою болезнь для привлечения внимания, требуют особого отношения к себе со стороны близких или медицинского персонала);

— паранойяльный тип (подростки активно обвиняют других в своей болезни, ищут виновных, проявляют недоверие к процессу лечения в целом и к медперсоналу в частности);

— дисфорический тип (подростки испытывают злость и раздражение, связанные с болезнью, часто конфликтуют с близкими, сверстниками и сотрудниками диспансера) [2].

Отрицание болезни, недооценка её тяжести или, наоборот, преувеличение тяжести своего состояния — все это необходимо учитывать для повышения эффективности лечения и психологической реабилитации подростков, больных туберкулёзом органов дыхания. Для

этого на основе полученных данных разрабатывается индивидуальная программа психологической поддержки, которая учитывает их тип отношения к болезни. Программа включает в себя индивидуальные и групповые консультации, тренинги, занятия по арт-терапии и другие формы и методы работы.

Основополагающие принципы реализуемой программы психологической поддержки подростков, проходящих лечение в условиях детского стационара противотуберкулезного диспансера, следующие:

1) Индивидуальный подход (учитываются индивидуальные особенности каждого подростка: возраст, пол, социальные условия, наличие других заболеваний и иные факторы, которые могут влиять на тип отношения к болезни).

2) Доступность актуальной и объективной информации о специфике заболевании и особенностях противотуберкулезной терапии (разъяснение подросткам важности противотуберкулезного лечения, информирование о современных методах диагностики и лечения, их эффективности и безопасности, предоставление информации как поддерживать здоровый образ жизни во время лечения).

3) Поддержка социальной адаптации подростков (помощь в сохранении социальных связей с друзьями и близкими, стимуляция активности и участия в общественной жизни, нахождение новых интересов и хобби, которые могут помочь им отвлечься от болезни).

4) Работа с семьей и близким окружением ребенка (вовлечение семьи подростка и его близких в процесс лечения и психологической поддержки).

5) Принцип мультидисциплинарного подхода при оказании психологической помощи (при необходимости подростки направляются к психиатру, психотерапевту, социальному работнику).

6) Динамическое наблюдение и оценка эффективности реализуемой программы (анализ результатов исследования и внесение корректив в программу, если это необходимо) [3, 4]

В реализуемой программе психологической поддержки подростков с туберкулезом органов дыхания используются различные формы и методы психологической помощи: сказкотерапия, игротерапия, АРТ-терапия, телес-

но-двигательной терапии, элементы КПТ, дыхательная гимнастика, релаксация и медитация, аутотренинг и другие. Эти методы применяются в комплексе с учетом индивидуальных особенностей каждого пациента, существенно улучшая качество жизни подростков и повышая эффективность проводимой противотуберкулезной терапии.

Так, например, использование в рамках реализуемой программы психологической поддержки элементов когнитивно-поведенческой терапии помогает подросткам изменить негативные мысли и убеждения, связанные с болезнью, учит их заменять негативные мысли на более позитивные и реалистичные. Такие методы, как ведение дневника благодарности, медитация и упражнения на осознанность способствуют развитию сильных сторон и положительных качеств личности подростков больных туберкулезом. Подростки учатся находить внутренние мотивы для соблюдения рекомендаций врача. Арт-терапия позволяет подросткам выразить свои чувства и переживания через творчество. Групповые формы работы (тренинги, дискуссии, беседы и пр.) создают возможность для общения с другими подростками, переживающими схожие трудности и помогает снизить чувство изоляции и получить поддержку от сверстников. Обучение техникам медитации и релаксации способствует снижению уровня стресса и тревоги [5].

Эти и другие формы и методы психологической поддержки подростков больных туберкулезом органов дыхания способствуют формированию гармоничного типа отношения к болезни, что в свою очередь содействует повышению эффективности противотуберкулезной терапии и повышению приверженности лечению.

Заключение. Таким образом, исследование типа отношения к болезни у подростков, больных туберкулезом органов дыхания, является важным шагом на пути к разработке эффективных методов психологической поддержки. Полученные данные могут быть использованы в практической работе с подростками, больными туберкулезом. Психологическая поддержка и коррекция отношения к болезни могут помочь подросткам принять свою болезнь, сохранить активность и оптимизм, а также повысить мотивацию к лечению.

Литература:

1. Лебедева Л. И. Психологические аспекты туберкулеза у детей и подростков. Изд. Москва: Медицина, 2016г. — 188 с.
2. Психологическая диагностика отношения к болезни. Пособие для врачей / Изд. Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В. М. Бехтерева, 2005 г. — 33 с.
3. Сидоров, П.И., Парфёнов, Ю. А. Психологические особенности больных туберкулезом / Изд. Санкт-Петербург: СпецЛит 2009 г. — 38 с.
4. Смирнов В. М., Петрова Е. А. Туберкулез у детей и подростков: психологические аспекты / Изд. Москва: Практическая медицина, 2013 г.- 26 с.
5. Чувашева Ю. В., Куташов В. А. Психологическое сопровождение детей и подростков больных туберкулезом органов дыхания в условиях детского стационарного отделения / Журнал «Центральный научный вестник» Том 2 — Номер 8(25) — 2017г. — С. 52–54

Случай выявления воспалительной миофибробластической опухоли мочевого пузыря при ультразвуковом исследовании у ребенка 14 лет (разбор на примере клинического случая)

Ярославцева Светлана Сергеевна, врач ультразвуковой диагностики
ГБУ Рязанской области «Областная детская клиническая больница имени Н. В. Дмитриевой»

Ключевые слова: воспалительная миофибробластическая опухоль, ультразвуковая диагностика, мочевого пузыря

1. Введение

Воспалительная миофибробластическая опухоль (ВМО) является редким новообразованием, исходящим из мезодермальной ткани, с неопределенным биологическим поведением и, согласно классификации опухолей мягких тканей, относится к опухолям с промежуточным биологическим потенциалом.

В классификации опухолей мягких тканей и костей Всемирной организации здравоохранения ВМО относится к промежуточным фибробластическим/миофибробластическим опухолям, для которых характерна невысокая частота встречаемости отдаленных метастазов в лимфатические узлы и легкие (до 2 %). В зависимости от локализации первичной опухоли выделяют ВМО с поражением легких и внелегочные ВМО.

Чаще всего воспалительная миофибробластическая опухоль встречается в легких, однако описаны случаи локализации в органах брюшной полости и малого таза, ЦНС, сердце, среднем ухе, костях, молочной железе, гортани, на орбите. Диагностируются также и внеорганные локализации (забрюшинное пространство, средостение). Такие случаи выявлены у пациентов в возрасте от 3 до 89 лет. Примерно 40 % данных опухолей встречается у пациентов в возрасте старше 40 лет.

Клиническое течение ВМО весьма вариабельно. Иногда опухоль может медленно расти и никак не проявляться клинически. В некоторых ситуациях возможен быстрый инфильтративный рост в окружающие ткани и отдаленное метастазирование. На начальных этапах развития опухоли клиническая картина может характеризоваться быстрой потерей массы тела, лихорадкой, анемией и повышением в сыворотке крови концентрации белков острой фазы воспаления. В дальнейшем появляются симптомы сдавления тех органов и тканей, в которых она возникла.

2. Клиническое наблюдение

Девочка А. 14 лет поступила в стационар ГБУ РО «Областная детская клиническая больница имени Н. В. Дмитриевой» по направлению из Сараевской ЦРБ. В приемном отделении стационара больницы осмотрена дежурным педиатром и дежурным хирургом.

Анамнез заболевания. Возможно, у ребенка первые месячные. В течение месяца отмечается продолжающееся кровотечение, амбулаторно пациентка не лечилась. Девочка жалуется на головные боли. При обращении в Сараевскую ЦРБ в ОАК гемоглобин 60 г/л. Направлена в РОДКБ.

Объективный статус при поступлении. Общее состояние тяжелое. Кожные покровы бледной окраски, чистые. Температура тела 36,9 °С. Правильного телосложения. Питание нормальное. Язык влажный, не обложен. Дыхание в легких везикулярное, хрипов нет. ЧДД 19 в мин. SpO₂ 99 %. Тоны сердца ясные, ритм правильный. ЧСС 120 ударов в мин. АД 100/60 мм рт. ст. Живот мягкий, не вздут, безболезненный. Мочеиспускание свободное, безболезненное, с незначительной примесью крови. Стул оформленный, регулярный.

Госпитализирована в отделение восстановительной терапии (ОВТ) с предварительным диагнозом «анемия III степени, постгеморрагическая».

Назначения: определение группы и резуса фактора крови (cito!), ОАК (cito!), ОАМ (cito!) — из лабораторных исследований; УЗИ органов малого таза на месте (cito!) — из инструментальных диагностических исследований.

Результаты лабораторных исследований на момент поступления в приемный покой стационара ОДКБ (cito!): группа крови — 0 (I), резус-фактор — Rh(+).

ОАК	Эрит., 10 ¹² /л	Гемог., г/л	Тром., 10 ⁹ /л	Лейк., 10 ⁹ /л	Нейт., %	Лим., %	Мон., %	Эоз., %	Баз., %	СОЭ, мм/час
cito!	1,96	54	539	13,77	63,6	23,3	11,6	1,2	0,3	27

ОАМ	Цвет	Реакция	Уд. вес	Прозрачность	Белок	Эпит. кл.	Лейк.	Эритро.
cito!	Черн	Кислая	1025	Мутн	13,2	0	0	80

Назначения: инфузионная терапия, гемостатическая терапия, переливание эритроцитарной массы.

Результаты инструментальных диагностических исследований в отделении восстановительной терапии (ОВТ).

При УЗ-сканировании на месте портативным аппаратом органов малого таза (cito!) УЗ-патологии не выявлено, однако при обследовании лоцировано объемное образование в просвете мочевого пузыря (что являлось случайной диагностической находкой при ультразвуковом сканировании).

Описание протокола ультразвукового исследования. Мочевой пузырь объемом 126 мл; в просвете визуализируется объемное образование повышенной эхогенности, прилегающее к стенке мочевого пузыря и занимающее ½ объема мочевого пузыря; также в незначительном количестве лоцируется осадок по типу мелкодисперсной взвеси (рис. 1).

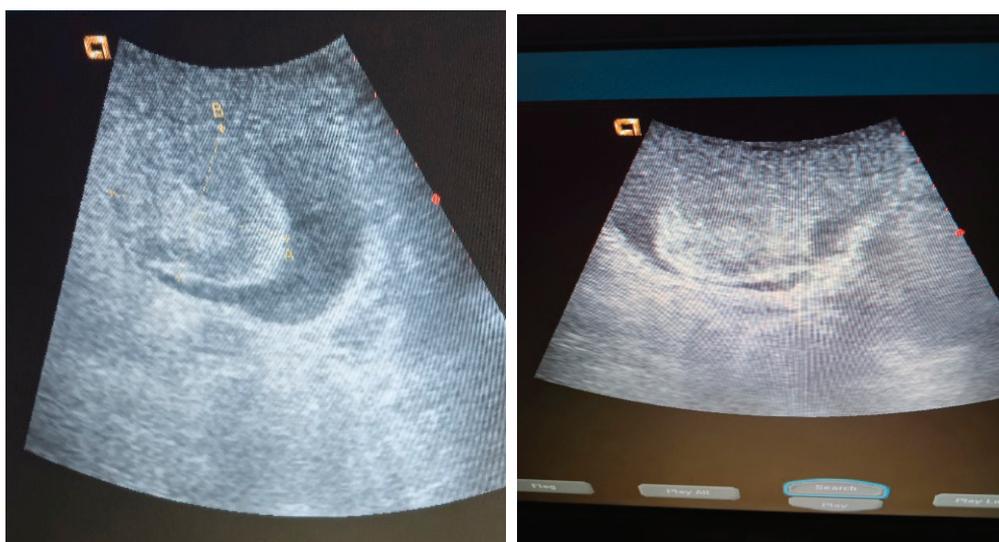


Рис. 1. УЗИ на месте портативным аппаратом (продольное и поперечное сканирование мочевого пузыря)

В дальнейшем было дополнительно назначено КТ ОМТ с КУ и МРТ ОМТ, которые также подтвердили наличие объемного образования в мочевом пузыре.

Описание КТ. Мочевой пузырь наполнен слабо. По правой стенке определяется внутриспросветное образование с нечеткими контурами, бобовидной формы, с примерными размерами 4 × 3 × 4,8 см, наличием пристеночного гиперваскулярного компонента и ретракцией стенки. Паравезикальная клетчатка отечна. Увеличенных лимфатических узлов ОБП не определяется.

Заключение КТ. КТ-картина образования в мочевом пузыре. Небольшое количество выпота в малом тазу. В брюшной полости участков патологического накопления контраста не выявлено.

Описание МРТ. Мочевой пузырь умеренно наполнен, по правой стенке визуализируется объемное образование неоднородной железистой структуры на ножке, фокально подтягивающее стенку мочевого пузыря внутрь, ограничивающее диффузию, размерами 5,5 × 5,5 × 6,3 см. Перивезикальная клетчатка отечна.

Заключение МРТ. МР-картина объемного железистого образования в мочевом пузыре на ножке; небольшое количество выпота в полости малого таза.

В дальнейшем девочка была переведена в детское хирургическое отделение (ДХО), где была продолжена гемостатическая терапия, назначена антибактериальная терапия.

Также было проведено оперативное лечение с биопсией. Биопсийный материал направлен в ФГБУ НМИЦ онкологии имени Н. Н. Петрова и ФГБУ НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева на гистологическое, молекулярно-генетическое, иммуногистохимическое исследования.

Описание оперативного лечения.

Цистоскопия. В мочевом пузыре визуализируется образование шаровидной формы с гладкой поверхностью, неоднородной структурой, цвет от серо-розового до синюшного. Из-за больших размеров основание визуализировать невозможно. Видимо, оно расположено ближе ко дну мочевого пузыря в правой его части. Биопсия из четырех разных мест. Контроль гемостаза. С целью гемостатики в мочевой пузырь введено 10 мл гемоблока, разбавленного физиологическим раствором.

Операция биопсии/удаления опухоли мочевого пузыря. Проведена циторедуктивная операция в объеме макроскопически неполного удаления опухоли мочевого пузыря. Биопсия околопузырной клетчатки.

Протокол операции. Удаление образования мочевого пузыря. Доступом по Пфанненштилю послойно рассечены мягкие ткани до мочевого пузыря. Последний вскрыт по передней стенке. Визуализировано образование, заполняющее всю полость мочевого пузыря, с размерами 20,0 × 15,0 × 15,0 см, серо-белого цвета, с налетом фибрина, багровыми участками (кровоизлияние?); на поверхности задней правой стенки мочевого пузыря имеется ножка образования диаметром 4–5 см, прорастающая через все слои, с вовлечением участка брюшины. Удаление образования с использованием аппарата Ligasure и иссечением участка брюшины. Ушивание брюшины. Удаленное образование и участок инфильтрированной ретропузырной клетчатки отправлены на гистологию. Имеется отек клетчатки по задней стенке мочевого пузыря. Видимых увеличенных лимфоузлов в данной области не обнаружено. Ушивание мочевого пузыря двухрядным швом. Гемостаз — сухо. Страховой трубчатый дренаж в околопузырную клетчатку. Резиновый дренаж в подкожно-жировую клетчатку. Послойное ушивание раны. Мочевой пузырь катетеризован катетером Фолея Ch 16. Асептические повязки.

Результаты заключений из ФГБУ НМИЦ онкологии имени Н. Н. Петрова и ФГБУ НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева.

Молекулярно-генетическое исследование материала опухоли (лаборатория ФГБУ НМИЦ онкологии имени Н. Н. Петрова). В исследованном образце обнаружена несбалансированная экспрессия гена ALK.

Выполнен анализ образца опухолевой ткани методом массивного параллельного секвенирования (NGS) с использованием таргетного обогащения. Обнаружен химерный РНК-транскрипт FN1ex42-ALKex18.

Заключение: в исследуемом образце выявлен маркер чувствительности к таргетной терапии.

Гистологическое исследование операционного материала (лаборатория ФГБУ НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева). Описание макроматериала № 1: несколько фрагментов бурой плотной ткани, размер большего —

15 × 12 × 6,5 см, меньшего — 9,0 × 5,0 × 4,0 см. Макроскопически предполагаемая ножка опухоли покрыта синей краской. На разрезе опухоль волокнистая, белого цвета, с бурыми участками.

Описание макроматериала № 2: три фрагмента ткани мягко-эластичной и плотно-эластичной консистенции размером 2,0 × 1,5 × 0,7 см. Микроскопическое описание: в доставленном материале определяются фрагменты стенки мочевого пузыря с солидной опухолью без капсулы. Неопластическая ткань представлена полями и длинными пучками из веретеновидных или вытянутых клеток среднего размера со средним ядерно-цитоплазматическим соотношением. Ядра мономорфные, овальной формы, содержат тонкодисперсный хроматин и одно мелкое ядрышко. Цитоплазма без четких контуров, амфифильная. Строма с зонами микросоматоза и реактивным воспалительным инфильтратом. Митотическая активность низкая. Отдельные фрагменты жировой клетчатки без опухолевого роста.

Иммуногистохимическое исследование: клетки опухоли позитивны к антителам SMA, ALK, единичные клетки экспрессируют Desmin, PCK, отрицательная реакция с анти-Myf4.

Заключение: воспалительная миофибробластическая опухоль.

Итак, результаты дополнительной диагностики с использованием высокотехнологичных методов подтвердили выявленное ранее объемное образование в мочевом пузыре, что позволило скорректировать лечебно-реабилитационную программу и привело к более быстрой стабилизации состояния ребенка.

3. Заключение

В данной статье описан один из наиболее редких вариантов расположения воспалительной миофибробластической опухоли (ВМО). После проведения ультразвукового исследования возникла необходимость изменения диагноза, а также дообследования и коррекции лечебно-реабилитационных программ.

Своевременная диагностика повышает эффективность лечения воспалительной миофибробластической опухоли.

Литература:

1. Воспалительная миофибробластическая опухоль брыжейки тонкой кишки, осложнившаяся острой кишечной непроходимостью / Д. Ю. Качанов, Т. В. Шаманская, А. М. Сулейманова [и др.]. — Текст : непосредственный // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. — 2017. — № 16. — С. 54–61.
2. Воспалительная миофибробластическая опухоль матки, имитирующая опухоль с неопределенным злокачественным потенциалом / Д. А. Масловская, Е. И. Куприянова, Н. В. Левицкая, В. Н. Гриневич. — Текст : непосредственный // Онкопатология. — 2024. — № 7 (4). — С. 26–32.
3. Минин, К. В. Онкология / К. В. Минин, П. В. Кононец, Б. Е. Полоцкий. — Текст : непосредственный // Журнал им. П. А. Герцена. — 2020. — № 9 (6). — С. 27–30.
4. Воспалительные миофибробластические опухоли у детей: обзор литературы / А. М. Сулейманова, Д. Ю. Качанов, Е. Н. Имянинов [и др.]. — Текст : непосредственный // Российский журнал детской гематологии и онкологии. — 2020. — № 7 (2). — С. 64–77.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 12 (563) / 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 02.04.2025. Дата выхода в свет: 09.04.2025.

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.