

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ТАДЖИКИСТАНА

На правах рукописи

УДК 622.248.3 (575.3)



ИБРАГИМОВ ИСКАНДАР МИРЗАЕВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН В СЛОЖНЫХ ГОРНО-
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СТРУКТУР ЗАПАДНЫЙ И
ВОСТОЧНЫЙ СУПЕТАУ)**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности – 05.26.01 - Охрана труда (технические науки)

Научный руководитель: доктор
технических наук, профессор,
академик ИА РТ Азизов Р. О.

Душанбе

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	9
ГЛАВА 1. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РЕГИОНА С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	20
1.1. Ферганская межгорная впадина	20
1.2. Сведения о геолого-геофизической изученности района работ	26
1.3. Оценка перспектив нефтегазоносности и обоснование направления работ	32
1.4. Выводы по главе 1	38
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СКВАЖИН НА СТРУКТУРАХ ЗАПАДНЫЙ И ВОСТОЧНЫЙ СУПЕТАУ	40
2.1. Изучение характера ранее произведенных работ на исследуемых структур.....	40
2. 2. Анализ проводки разведочных скважин № 3 и № 1 площади Западный Супетау.....	43
2. 3. Анализ проводки поисковой скважины № 10 Восточный Супетау	48
2.4. Геолого - технические особенности строительства сверхглубокой поисковой скважины № 1-п “Шахринав” лицензионной площади Сарикамыш	55
2.5. Выводы по главе 2	62
ГЛАВА 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН НА СТРУКТУРАХ ЗАПАДНЫЙ И ВОСТОЧНЫЙ СУПЕТАУ	63
3.1. Факторы, повышающие уровень технологической опасности процессов, происходящих при строительстве скважин	63
3.2. Разработка способа монтажа буровых установок на сборно-разборных фундаментных блоках	77

3.2.1. Расчет фундамента под основание буровой вышки по несущей способности грунтов.....	80
3.2.2. Расчет конструкции буровой вышки на стойкость	87
3.2.3. Снижение отрицательного воздействия вибрации на здоровье работающих	92
3.2.4. Снижение отрицательного воздействия шума на здоровье работающих	93
3.3. Выводы по главе 3	95
ГЛАВА 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКОЙ И СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИН НА ИССЛЕДУЕМЫХ СТРУКТУРАХ	98
4.1. Особенности бурения сверхглубокой скважины на структуре Восточный Супетау.....	98
4.2. Особенности бурения глубокой скважины на структуре Западный Супетау.....	107
4.3. Вопросы охраны труда и окружающей среды при строительстве глубокой и сверхглубокой скважин	112
4.3.1. Вопросы охраны труда при строительстве буровых установок	114
4.3.2. Мероприятия по охране труда и окружающей среды при бурении и освоении глубокой и сверхглубокой скважин	117
4.4. Выводы по главе 4	120
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	122
Результаты научных исследований	122
Рекомендации по практическому использованию результатов исследования	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (ИСТОЧНИКОВ)	127
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	141

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВПД – аномально высокие пластовые давления

АНИ – Американский нефтяной институт

АТВ – Афгано - Таджикская впадина

ВНИИКРнефть – Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт по креплению скважин и буровым растворам

ВСП - вертикальное сейсмическое профилирование

ГК – гамма каротаж

ГТН – геолого-технический наряд

ДУВ – допустимые уровни вибрации

ИСМ – Институт сверхтвёрдых материалов

КГРЭ – Кайраккумская геологоразведочная экспедиция

КМПВ – корреляционный метод преломлённых волн

КМЦ – карбоксилметилцеллюлоза

КС – кажущееся сопротивление

КСП – комплексный скважинный прибор

КССБ – конденсированная сульфит-спиртовая барда

МОВ – метод отражённых волн

МОГТ – метод общей глубинной точки

МЭД – мощность экспозиционной дозы

НГК – нейтронный гамма каротаж

НУБР - Нефтеабадское управление буровых работ

ОЗЦ – ожидание затвердевания цемента

ПО – производственное объединение

СЗАО «Сомон-Ойл» - Совместное закрытое акционерное общество «Сомон-Ойл»

УБТ – утяжеленные бурильные трубы

УВ - углеводороды

УЩР – углещелочной реагент

ФМВ – Ферганская межгорная впадина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В современную эпоху развитие любого государства основывается на все возрастающем увеличении потребления энергетических ресурсов, среди которых одно из главных мест занимают нефть и газ.

В 2024 году Республика Таджикистан импортировала 1,541 млн. тонн нефтепродуктов и сжиженного газа, что на 128,8 тыс. тонн, или на 9,1% больше, чем в 2023 году. В то же время, добыча нефти на территории Республики, начиная с 1979 года, неуклонно снижается. Если в 1979 году было добыто 418,575 тыс. тонн нефти, то в 2024 году всего 16,1 тыс. тонн.

Добыча газа на территории Республики, начиная с 1973 года, также снижается. Если в 1973 году было добыто 520060 тыс. м³ газа, то в 2024 году всего 362,4 тыс. м³.

За последние три десятилетия, вследствие значительного сокращения поисково-разведочных работ на нефть и газ, не было открыто новое нефтегазовое месторождение.

При таких обстоятельствах увеличение добычи углеводородов невозможно без открытия новых месторождений, расположенных на больших глубинах и в сложных горно-геологических условиях.

Одним из объектов, разведка и разработка которого способна значительно увеличить добычу нефти и газа в Республике, является бурение глубоких и сверхглубоких скважин на северной половине таджикской части Ферганской межгорной впадины (ФМВ).

Буровые работы, выполненные в указанной зоне в прошлом столетии, в силу отклонений от требований промышленной безопасности, не смогли обеспечить вскрытие перспективных в регионе горизонтов [34].

Основными факторами, повлиявшими на безрезультативность ранее проведенных буровых работ на структурах таджикской части Северо-Западной Ферганы явились несоответствия фактических геологических разрезов проектным, несоответствия буровых установок по грузоподъёмности,

несоответствия проектных конструкций скважин требованиям безопасной и безаварийной проводки, значительная кривизна скважин, отсутствие технологических решений по проходке скважин в условиях мощной толщи солевых отложений, высоких пластовых давлений и температур.

Увеличение глубин строительства скважин, изменяющиеся углы падения пластов, наличие аномально высоких пластовых давлений и температур повышает риски возникновения техногенных аварий и катастроф и усиливает вредное воздействие на работающих и окружающую среду.

Причинами возникновения подобных рисков и вредных воздействий являются:

1. Увеличивается масса бурильного инструмента и обсадных колонн, что может привести к разрушению подвальных фундаментов и буровых вышек.

2. Увеличивается количество бурильных свечей, устанавливаемых за палец буровой вышки, что повышает горизонтальную ветровую нагрузку и может привести к опрокидыванию вышки.

3. Увеличивается масса движущихся и вращающихся узлов буровой установки, что приводит к увеличению уровня вибрации и шума на рабочих местах. Производственными источниками вибрации и шума являются вращение бурового инструмента ротором, изменения нагрузки на долото, вращение барабана буровой лебедки, работа автоматического ключа бурового (АКБ), работа компрессоров, динамические нагрузки при подъеме и спуске инструмента, динамические изменения давления бурового раствора при его циркуляции, работа вибросита и т. п.

4. При вскрытии палеогеновых пластов под мощными толщами гипсонасыщенных и соленосных отложений есть вероятность появления сероводорода (H_2S), который выводит из строя дыхательную систему и часто приводит к смертельному исходу.

5. Возрастают расход технической воды на строительство скважин и затраты на рекультивацию земель.

Увеличение глубин бурения повышает вероятность возникновения техногенных аварий и катастроф, увеличивает травмоопасность, воздействие вредных производственных факторов на жизнь и здоровье работающих и на окружающую среду.

В связи с этим, открытие новых месторождений углеводородов на структурах северной половины таджикской части ФМВ невозможно без обеспечения требований охраны труда и техники безопасности для защиты здоровья и жизни работающих, а также, недопущения загрязнения окружающей среды, что определяет **актуальность** темы данного исследования.

Степень изученности научной темы

Основоположником рассмотрения охраны труда на государственном уровне является М. В. Ломоносов, который ещё в 1742 г в своих работах уделял внимание охране труда горняков. Большой вклад в развитие охраны труда и техники безопасности в нефтегазовой отрасли внесли академик И. М. Губкин, профессоры В. П. Бибилуров, А. Е. Башев и другие учёные и специалисты.

На основании рекомендаций, данных по результатам геологической съемки (Н. Я. Костогрыз) и сейсморазведки МОВ (В. С. Петров, Н. В. Петрова, 1962 г), в 1964 году на площади Западный Супетау (ЗС) было начато бурение двух разведочных скважин №№ 3, 1[3-А,35,36].

Из-за сложных условий бурения скважины не достигли проектной глубины 3700 м.

С 1966 года производственным объединением «Таджикнефть» начато бурение параметрических и поисковых скважин на площади Восточный Супетау. В 1966-1977 годах здесь пробурены пять скважин с общим объёмом проходки 21203 м [3-А,23].

Все скважины остановлены бурением в неогеновых отложениях и не вскрыли перспективных на нефть и газ палеогеновых горизонтов [37].

Геофизические работы, выполненные в 2011-2012 годах Совместным обществом «Сомон-Ойл» показали, что палеогеновые отложения ожидаются на больших глубинах.

Вместе с тем, возрастание уровня опасности для жизни и здоровья работающих и усиление вредного воздействия на окружающую среду с увеличением глубин бурения скважин в сложных горно-геологических условиях, требуют дополнительных исследований по обеспечению промышленной безопасности.

Связь исследования с программами (проектами) и научной тематикой

Научное исследование выполнено в соответствии с «Программой ускоренной индустриализации Республики Таджикистан на 2020-2025 годы» от 27 мая 2020 г № 293 и планом научно-исследовательских работ Горно-металлургического института Таджикистана на 2016 – 2020 годы по направлениям:

1. Повышение скорости бурения скважин в условиях Таджикистана.
2. Анализ зависимости скоростей бурения скважин от параметров промывочной жидкости и способа бурения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования. Обеспечение требований промышленной безопасности и охраны труда при строительстве глубоких и сверхглубоких скважин в сложных горно-геологических условиях.

Задачи исследования

Исходя из указанной цели исследования, его основными задачами являются:

1. Изучить воздействие сложных горно-геологических условий северной половины таджикской части ФМВ на соблюдение требований охраны труда и техники безопасности при строительстве глубоких и сверхглубоких скважин;
2. Проанализировать существующие технологии по обеспечению требований промышленной безопасности при строительстве скважин в сложных горно-геологических условиях;
3. Проанализировать результаты ранее проведённых на структурах буровых и сейсморазведочных работ и разработать проекты геологических разрезов и конструкций скважин, соответствующих требованиям промышленной безопасности при строительстве скважин;
4. Для недопущения опрокидывания буровых вышек и уменьшения вредных воздействий на работающих обосновать выбор фундаментов, разработать методику расчёта площади подошвы фундаментов и составить графики их зависимости от нагрузок и типа грунтов в условиях Республики Таджикистан;
5. Для снижения вредного воздействия производственных факторов на работающих разработать мероприятия по снижению уровней вибрации и шума на рабочих местах;
6. Разработать мероприятия по защите водных ресурсов и снижению потребления воды при строительстве и опробовании скважин.

Объект исследования. Строительство глубоких и сверхглубоких скважин в сложных горно-геологических условиях северной половины таджикской части ФМВ (на примере структур Западный и Восточный Супетау).

Предмет исследования. Изыскание возможностей обеспечения требований промышленной безопасности и охраны труда при строительстве глубоких и сверхглубоких скважин в сложных горно-геологических условиях северной половины таджикской части ФМВ.

Теоретические основы исследования

Теоретическими основами исследования послужили труды учёных и специалистов в области охраны труда и техники безопасности в нефтегазовой отрасли и труды Мушкетова И. В., Наливкина Д. В, Попова В. И., Вялова О. С. и других исследователей по изучению истории формирования ФМВ. В середине прошлого столетия О. С. Вяловым была разработана и опубликована прогрессивная схема третичных отложений ФМВ [18,19]. Он отмечал, что назрела необходимость создания местной стратиграфической схемы, которая имела бы большее применение, чем международная схема. С учетом того, что характер строения палеогена Средней Азии благоприятствует созданию такой схемы им была предложена схема стратиграфии третичных отложений, которая стала весьма популярной и ею пользуются до настоящего времени [20,21].

В настоящее время в связи с истощением месторождений нефти и газа, расположенных на сравнительно небольших глубинах и легко извлекаемых запасов, увеличение добычи углеводородов невозможно без открытия новых месторождений, расположенных на больших глубинах и в сложных горно-геологических условиях [1-А,9,10]. Основоположником рассмотрения охраны труда на государственном уровне является М.В. Ломоносов, который ещё в 1742 г в своих работах уделял внимание охране труда горняков [70,95].

Начиная со второй половины прошлого столетия, по мере выработки верхних горизонтов, скважины уходили в землю все глубже и глубже. Разведка и эксплуатация месторождений нефти и газа осуществляются уже на глубинах 5 – 6 км. Неизведанные глубины Земли не только таят в себе неведомые еще природные богатства, но и разгадку закономерностей образования месторождений полезных ископаемых.

Идея пробурить серию сверхглубоких скважин в целях изучения глубинного строения Земли принадлежала известному советскому геохимику Н. И. Хитарову [84]. Учёный обратил внимание на то, что представления о глубоких зонах земной коры строятся, в основном, на геофизических данных, весьма интересных, но часто спорных из-за отсутствия многих физических характеристик. Глубину проектируемых скважин он определял в 10 км.

В 1961 г. была разработана программа сверхглубокого бурения. Ее авторы – геолог Н. А. Беляевский и геофизик В. В. Федынский возглавляли геологическую и геофизическую службы Министерства геологии СССР.

Развитию сверхглубокого бурения в бывшем СССР способствовало создание в 1964 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте буровой техники (ВНИИБТ) Министерства нефтяной промышленности СССР специальной проблемной лаборатории сверхглубокого бурения. Эта лаборатория, руководимая проф. И. С. Тимофеевым, в 1965 г. предложила комплекс технических заданий и организационных мер для промышленности, осуществление которых должно было создать техническую базу сверхглубокого бурения в стране [84].

Глубокое бурение, в отличие от бурения скважин обычной глубины, характеризуется более высокими уровнями вибрации и шума, температурами и давлениями, гидроразрывом пород и нефтегазоводопроявлениями.

Несмотря на широкую изученность вопросов вибрации, шума и сверхглубокого бурения вопросы обеспечения промышленной безопасности, в том числе охраны труда и техники безопасности при его проведении, требуют дополнительных исследований и разработок [96]. С учетом наличия мощных соленосных толщ, больших углов падения пластов, высоких пластовых давлений и температур, возможного присутствия сероводорода на структурах Западный и Восточный Супетау вопросы предотвращения техногенных аварий и катастроф, защиты жизни и здоровья работающих и предотвращения загрязнения окружающей среды приобретают все большую актуальность.

Методы исследования. Для более полного и достоверного изучения объекта

и предмета научной работы использованы следующие теоретические и практические методы исследования:

1. По **аналогии**, одним из факторов перспектив нефтегазоносности территории является открытие месторождений на смежных территориях Узбекской и Кыргызской республик, находящихся в одной тектонической зоне и являющихся восточным продолжением структур Западный и Восточный Супетау [9-А].

2. **Сравнительный анализ** вскрытой части геологических разрезов скважин, пробуренных на структурах Западный и Восточный Супетау, позволяет **обобщить** стратиграфии разрезов.

3. **Изучение и анализ литературы** и результатов, ранее выполненных на структурах работ, позволяющий решить вопросы выбора геологических разрезов, буровых установок, конструкций скважин, параметров промывочной жидкости, компоновки бурильного инструмента и геофизической аппаратуры.

4. **Экспериментально** проверена возможность применения для глубоких скважин «Способа монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования», «Замкнутой системы повторного использования технической воды при строительстве скважин».

5. **Измерение** вибрации производилось виброметром Вибротест – МГ 4. (Диапазон измерения частоты – 2 – 1000 Гц; Диапазон измерения амплитуды - 0,01 – 20 мм; Предел допускаемой относительной погрешности измерения - $\pm 3\%$) [78,93].

6. **Измерение** шума производилось шумометром АССИСТЕНТ S 30. (Диапазон уровня звука - 10 – 20000 Гц; Частотная коррекция, диапазон 20 – 140 дБ).

7. Электрический каротаж производился с использованием комплексного прибора К1А-723-М с параметрами: длина – 20470 мм, длина корпуса – 3850 мм, диаметр – 73 мм, максимальная температура – 150 °С, максимальное рабочее

давление – 100 МПа, диапазон зонда – 0,2-5000 ом м, предел допустимой основной погрешности - + 3%.

8. Радиоактивный каротаж производился с использованием комбинированного прибора СРК с параметрами: длина – 2740 мм, диаметр – 76 мм, диаметр исследуемых скважин – от 110 до 350 мм, МЭД естественного гамма-излучения – 1-250 мкР/ч, чувствительность – не менее 800 имп/мин, погрешность - \pm 3%.

Основная информационная и экспериментальная база

Информационной базой настоящей диссертационной работы являются:

1. Материалы геолого-геофизических исследований, на структурах северной половины таджикской части ФМВ.
2. Проекты на строительство скважин на структурах северной половины таджикской части ФМВ.
3. Дела бурения и геологические журналы скважин, пробуренных на структурах Западный и Восточный Супетау.
4. Результаты работ по вертикальному сейсмическому профилированию на скважине № 10 Восточный Супетау.
5. Результаты сейсморазведочных исследований, проведенных в регионе в 2011 – 2012 гг.

Экспериментальной базой настоящей диссертационной работы являются:

1. Экспериментальные работы по строительству буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования.
2. Экспериментальные работы по замеру уровней шума и вибрации на рабочих местах буровых установок.
3. Экспериментальные работы по внедрению системы повторного использования технической воды при строительстве скважин.

Научная новизна исследования

1. Определено, что в сложных горно-геологических условиях структур северной половины таджикской части ФМВ возможно строительство глубоких и

сверхглубоких скважин с соблюдением требований промышленной безопасности.

2. Впервые обоснован выбор сборно-разборных железобетонных фундаментов многократного использования под буровые установки.

3. Разработана методика расчёта и составлены графики зависимости площади подошвы фундамента от нагрузок и типа грунтов в условиях Республики Таджикистан, позволяющие повысить степень безопасности и улучшить условия труда.

4. Разработана и внедрена схема сборно-разборных железобетонных фундаментов, снижающая уровень шума на различных рабочих местах буровой установки от 3 до 14 дБ и вибрации от 7 до 12 дБ.

5. Разработана и внедрена замкнутая система повторного использования технической воды при строительстве скважин, позволяющая в среднем до 20 % снизить расход воды, до 5 % химических реагентов и уменьшить загрязнение окружающей среды.

Положения, выносимые на защиту

1. Горно-геологические условия северной половины таджикской части ФМВ требуют более действенных мер по соблюдению требований охраны труда и техники безопасности при строительстве скважин по сравнению со скважинами, пробуренными на южной половине таджикской части впадины.

2. Обоснованы возможности строительства глубокой скважины с проектной глубиной 5000 м на площади Западный Супетау и сверхглубокой скважины с проектной глубиной 6500 м на площади Восточный Супетау с соблюдением требований промышленной безопасности и охраны труда.

3. Внедрение сборно-разборных железобетонных фундаментов многократного использования под буровые установки и графиков зависимости несущей способности полускальных грунтов и супесей от площади подошвы фундамента, предотвращает опрокидывание буровых вышек в сложных горно-геологических условиях и определяет необходимую площадь подошвы фундамента в зависимости от рабочих нагрузок.

4. Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования позволяет снизить вредное воздействие производственных факторов на работающих за счёт снижения уровня вибрации и шума в различных зонах буровой установки, улучшает условия труда работающих; сокращает сроки монтажа и демонтажа буровых установок, затраты на строительство скважин и вредное воздействие на окружающую среду.

5. Замкнутая система повторного использования технической воды при строительстве скважин позволяет сократить расход пресной воды, химических реагентов, уменьшить загрязнение окружающей среды и затраты на рекультивацию земель по окончании строительства.

6. Изменение конструктивной схемы буровых установок путем переноса двух компрессоров с основания агрегатного блока на нижний уровень, что позволит дополнительно снизить уровни вибрации и шума на рабочих местах.

Теоретическая значимость исследования

1. Установлено, что при строительстве скважин на структурах северной половины таджикской части ФМВ соблюдение требований охраны труда и техники безопасности является более сложным по сравнению со скважинами, пробуренными на южной половине таджикской части впадины.

2. В применении сборно-разборных железобетонных фундаментов многократного использования под буровые установки вместо одноразовых бутобетонных.

3. В обосновании возможности соблюдения требований промышленной безопасности и охраны труда при строительства глубокой и сверхглубокой скважин на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау.

4. В разработке графиков зависимости площади подошвы фундаментов от максимальных нагрузок и типов грунтов в условиях Республики Таджикистан.

5. В определении зависимости уровней вибрации и шума на рабочих местах буровых установок от типа и устройства фундаментов вышечного и силового блоков.

6. В определении возможности повторного использования сточных вод буровой установки для приготовления промывочной жидкости.

Практическая значимость исследования

1. Полученные в результате исследований материалы могут быть использованы, как исходные данные, при составлении проектов строительства глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Западный и Восточный Супетау.

2. Разработан и получен малый патент на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования» (см. приложение 1), внедрение которого повышает уровень промышленной безопасности, снижает отрицательное влияние вибрации и шума на работающих, понижает затраты средств и труда на строительство фундаментов и снижает отрицательное воздействие на окружающую среду. Способ показал свою безопасность и эффективность и может быть использован при строительстве нефтяных и газовых скважин на территории Республики.

3. Разработанные графики зависимости площади подошвы фундаментов от нагрузок и типа грунтов могут быть использованы при строительстве буровых установок.

4. На рабочих местах буровой установки снижены уровни вибрации и шума.

5. При строительстве скважин уменьшен расход воды и химических реагентов, а также снижено загрязнение окружающей среды.

6. Результаты исследования внедрены на предприятиях, занимающихся строительством нефтяных и газовых скважин и могут быть использованы при проектировании строительства глубоких и сверхглубоких скважин, работниками научно-исследовательского профиля, а также при подготовке бакалавров и магистров по профилям 5101-04 «Бурение нефтяных и газовых скважин», 330101-05 «Инженерная защита окружающей среды» на кафедрах разработки нефтяных и газовых месторождений и экологии различных ВУЗов Таджикистана и других стран.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.26.01 – охрана труда (технические науки) по следующим пунктам:

- п. 1. Прогнозирование параметров состояния производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон.
- п. 2. Изучение физических, физико-химических, биологических и социально-экономических процессов, определяющих условия труда, установление взаимосвязей с вредными и опасными факторами производственной среды.
- п. 3. Разработка методов контроля, оценки и нормирования опасных и вредных факторов производства, способов и средств защиты от них.
- п. 7. Научное обоснование, конструирование, установление области рационального применения и оптимизация параметров способов, систем и средств коллективной и индивидуальной защиты работников от воздействия вредных и опасных факторов.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов исследований обеспечивается применением современных методов исследований на тарированных, модернизированных и усовершенствованных приборах и установках, их достаточной воспроизводимостью и сравнением результатов с данными других авторов; применением методов статистического анализа и критериев статистической оценки результатов; одобрением в процессе обсуждений на научных семинарах и конференциях различного уровня.

Личный вклад соискателя ученой степени

Непосредственное участие соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах заключается в:

- анализе литературных данных о бурении глубоких и сверхглубоких скважин;
- выдвижении гипотезы о возможности монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках

многоократного использования и их внедрении;

- проведении расчётов и разработке графиков зависимости коэффициента несущей способности полускальных грунтов и супесей от нагрузки и площади подошвы фундаментных блоков;
- разработке схемы и руководстве работами по созданию замкнутой системы водопользования;
- формулировке основных положений и выводов диссертации.

Апробация и применение результатов диссертации

Основные положения, выводы и рекомендации настоящего исследования докладывались и обсуждались на: - геолого-технических и научно-производственных совещаниях ПО «Таджикнефть» и подведомственных ему предприятий (г. Душанбе, 1988 – 2007 гг); - всесоюзных совещаниях, организованных Миннефтепромом СССР (г.г. Москва, Тюмень, Свердловск 1988 – 1990 гг); - научно-практических конференциях (г. Чкаловск, 2015 г; г. Чкаловск, 2016 г; г. Бустон 2018 г; г. Бустон 2023 г); - республиканской конференции, организованной Обществом охраны природы Таджикской ССР (г. Душанбе, IV Республиканская конференция «Актуальные проблемы охраны природы в Таджикской ССР», посвящённая 60- летию образования СССР, 1983 г); - республиканских научно-практических конференциях, (г. Чкаловск, 2011 г; г. Бустон, 2018 г); - международных научно-практических конференциях (г. Чкаловск, 2014 г; г. Бустон, 2016 г, г. Душанбе, 2023 г).

Результаты работы внедрены в ОАО «Сугднафтугаз».

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликованы 12 печатных работ, в том числе 5 научных работы в изданиях, включенных в перечень Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан, 6 научных работ в материалах конференций различного уровня, а также получен 1 малый патент РТ на изобретение, касающееся вопросов безопасности бурения глубоких скважин.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и общих выводов,

изложенных на 126 страницах основного текста, списка использованной литературы из 139 наименований на 14 страницах и трех приложений на 3 страницах. В работе содержатся 17 рисунков и 20 таблиц.

ГЛАВА 1

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РЕГИОНА С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

В пределах Западного Тянь-Шаня выделяются межгорные впадины: Ферганская, Иссык-Кульская, Афгано-Таджикская, Восточно-Чуйская, Кочкорская и др. Первые сведения об их геологическом строении даны в работах учёных второй половины XIX века П. П. Семенова-Тяньшанского, И. В. Мушкетова, А. Ф. Миддендорфа, Н. А. Северцева и др. К этому же периоду относится публикация А. А. Кушакевича (1871 г) о нефтяных источниках близ г. Канибадам, ставшая первым научно зафиксированным сообщением о существовании нефтяных скоплений в Азии.

Изучением вопроса истории формирования Ферганской межгорной впадины (ФМВ) занимались исследователи многих поколений. Усилиями Мушкетова И. В., Наливкина Д. В, Попова В. И., Вялова О. С. и многих других исследователей восстановлена история зарождения и последующего развития Ферганской долины.

1.1. Ферганская межгорная впадина

Ферганская межгорная впадина является наиболее изученной и старейшей нефтегазодобывающей областью Средней Азии (рисунок 1.1).

В разные годы начала XX века ее изучением занимались А. Д. Архангельский, И. В. Мушкетов, В. А. Петрушевский, В. И. Попов, А. Е. Ферсман и др. В период Великой Отечественной войны и сразу после нее значительный вклад в дело изучения строения недр Ферганы внесли крупные ученые А. Н. Акрамходжаев, А. Г. Бабаев, Н. Н. Васильковский, О. С. Вялов, А. М. Габрильян, О. А. Рыжков и другие [21].

Во второй половине прошлого века новая плеяда молодых ученых внесла свою лепту в выявление особенностей строения и нефтегазоносности осадочного чехла впадины. В их числе М. С. Сайдалиева, Ш. Г. Сайдходжаев, И. С. Старобинец, Т. Н. Бельская, Ю. Н. Карагодин, З. И. Пшеничная и др.

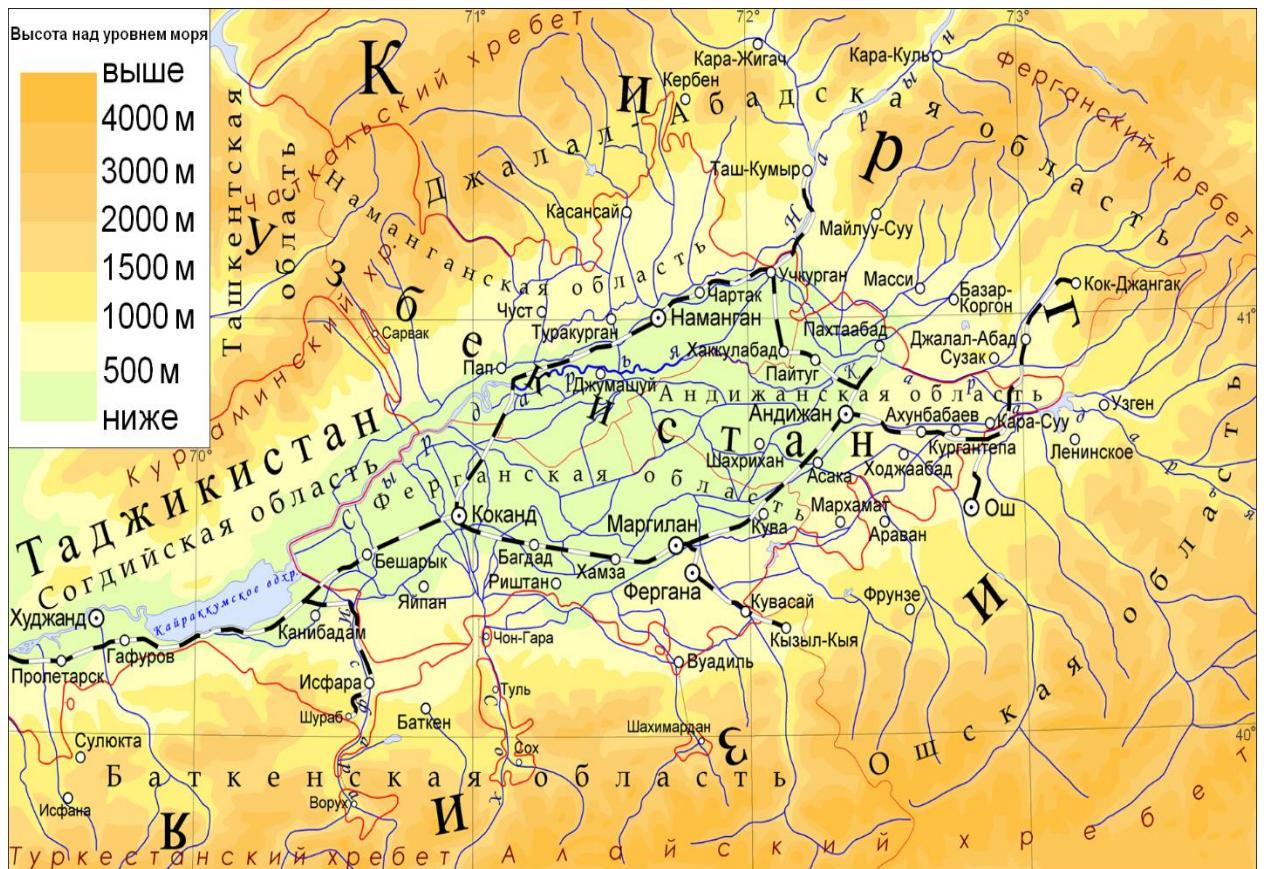


Рисунок 1.1. - Ферганскaя межгорная впадина

Велика роль гeологов-производственников, буровиков и гeофизиков в вопросах исследования недр средствами бурения глубоких и сверхглубоких скважин, полевой и промысловой гeофизики. В первую очередь стоит отметить П. К. Азимова, Р. М. Мазаитова, Б. В. Чебурахина, А. Э. Астапова, Р. Г. Нигматулина, А. Х. Халикова, И. П. Зубова, Н. Я. Костогрыз, Л. П. Хуторова, П. Ю. Готфрида, В. Петрова, Н. В. Петрову, О. Х. Ходжиматова, Г. Н. Малашенкова, З. С. Куртбединова и др. [103,104].

И в настоящее время перспективы Ферганской межгорной впадины в деле прироста запасов углеводородов по-прежнему оцениваются высоко. С открытием Варыкского-II, Гумханского, Ташбулакского, Ниязбек-Северо Каракчиумского, Махрамского месторождений увеличились возможности обнаружения крупных залежей углеводородов в пределах центральной, наиболее погруженной, части впадины.

Являясь наиболее изученной, она, тем не менее, далека от стадии полного изучения. С появлением новейших средств и методов исследования глубинного

строения недр сейсморазведкой (Метод общей глубинной точки (МОГТ) 96 и др.) и бурением глубоких и сверхглубоких скважин получены материалы, существенно корректирующие установившиеся взгляды [27].

Как и другие межгорные впадины Тянь-Шаня, Ферганская впадина оконтурена горноскладчатым обрамлением, скрывающим под многоамплитудными глубинными разломами встречно-надвигового типа около 10 – 15 % поднадвиговых осадочных толщ [79]. С севера она ограничена по Северо-Ферганскому глубинному разлому (амплитудой до 5 км) горноскладчатыми сооружениями – хребтами Могол-тау и Кураминским. На востоке по Восточно-Ферганскому разлому к ней примыкает Ферганский хребет. На юге по Южно-Ферганскому разлому – горные сооружения Туркестанского хребта.

Структурно-тектонические объекты Юго-Западной Ферганы показаны на рисунке 1.2. [23].

Месторождения нефти и газа, а также перспективные для поисков таких месторождений площади Северного Таджикистана приурочены к западной части Ферганской нефтегазоносной области [90]. Этот район ограничен с севера хребтами Моголтау и Кураминским; с юга – горными грядами Белесынык и Карагат, а также северной окраиной хребтов 40-й параллели; с востока – условной ломаной линией от г. Исфара до русла реки Сыр-Дарья и далее к востоку вдоль русла реки до г. Коканд и к северу от него; на западе это линия условного выклинивания в пределах западного замыкания впадины [72].

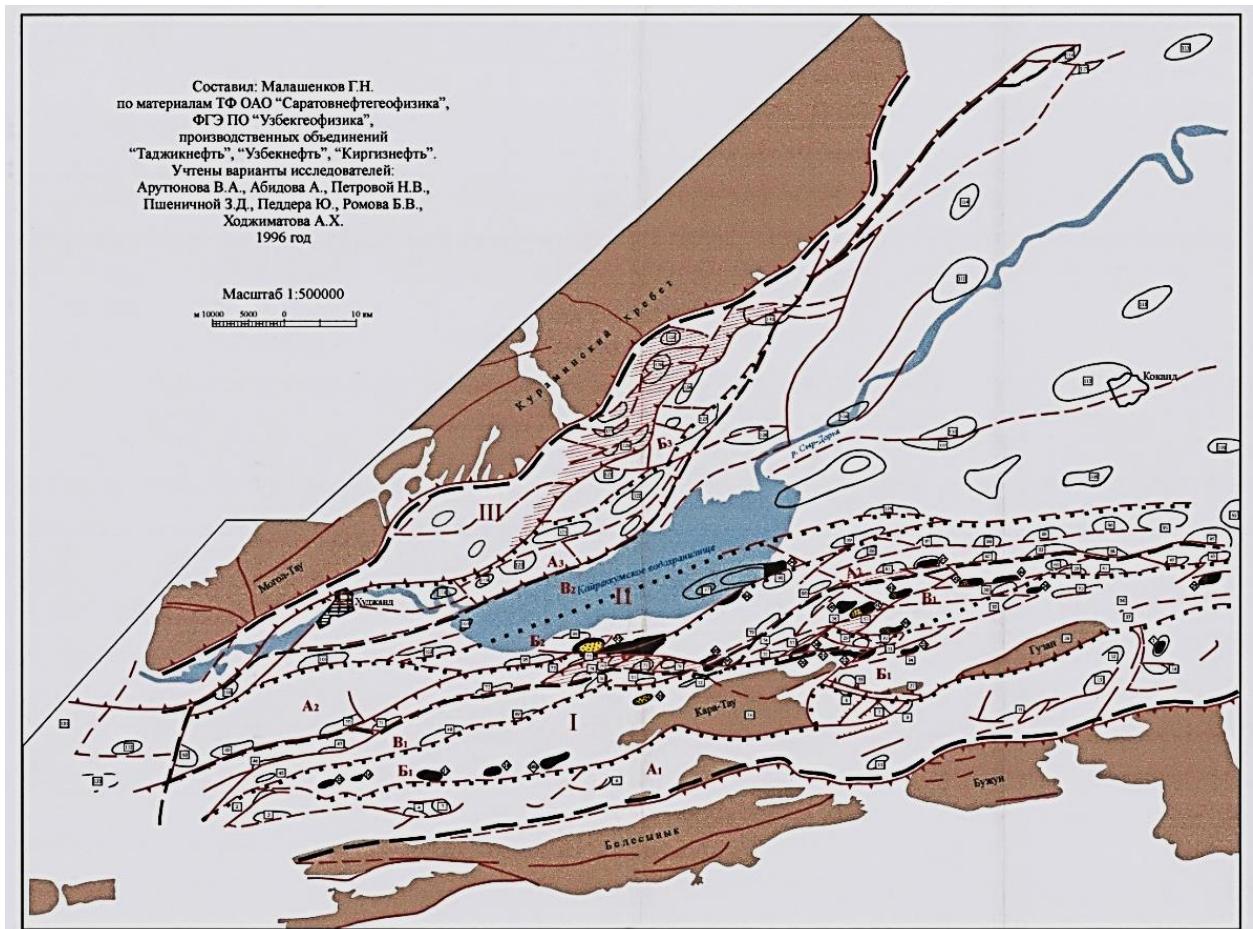
Максимальные размеры Таджикской части Ферганской нефтегазоносной области 150 x 70 км; площадь – 5400 км², в том числе 5200 км² – перспективная.

Месторождения нефти и газа Западной Ферганы, в настоящее время, обнаружены в отложениях палеогена, мела и палеозоя [53].

На рисунке 1.2. показана Тектоническая схема Юго-Западной Ферганы.

Всего на рассматриваемой территории выявлено 12 месторождений нефти и газа, из которых 10 находятся в разработке, включая 2 месторождения (Махрам

и Северный Караган) – в опытно-промышленной разработке до завершения полного разведки [105].



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ к рисунку 1.2

- | | | | |
|--|---|--|---|
| | Крупные тектонические
нарушения (взбросо-надвиги) | | Выходы палеозойских пород
на дневную поверхность |
| | Региональные разрывные
нарушения с направлением
наклона плоскости надвига | | Граница Ферганской впадины |
| | Локальные разрывные
нарушения | | Граница структурно-
тектонических зон |
| | Зоны горизонтального
перекрытия по надвигам | | Граница структурно-
тектонических подзон |
| | Месторождения
нефти | | Номера структурно-
тектонических зон |
| | Нефтегазовые
месторождения | | Индекс структурно-
тектонических подзон
(A-индекс подзоны;
-принадлежность к зоне) |
| | Газовые
месторождения | | Номер локальной структуры
(месторождения) |
| | Перспективные локальные
структурь | | |

Рисунок 1.2. - Тектоническая схема Юго-Западной Ферганы

Месторождения Нефтеабад и Восточный Ниязбек не разрабатываются, ибо, первое завершено разработкой в 1952 году, а второе требует подготовки методом общей глубинной точки (МОГТ) и бурением. Промышленная нефтегазоносность связана, главным образом, с палеогеновыми отложениями, регионально продуктивными на всей территории Ферганской впадины [9-А,96]. Мощность палеогеновых отложений сокращается с востока на запад от 380 м (по меридиану Нефтеабад-Шайдон) до 118-130 м (площадь Дигмай). Размеры месторождений нефти и газа находятся в тесной зависимости от их удаленности от палеозойского обрамления, чем дальше (глубже), тем крупнее. Из 12 открытых в Северном Таджикистане месторождений 6 нефтяные (Сель-рохо, Оби шифо, Северный Канибадам, Маданият, Восточный Ниязбек, Северный Карагтау), 6 газоконденсатно-нефтяные (Нефтеабад, Канибадам, Айритан, Равот, Ниязбек-Северный Каракчикум, Махрам). Все они приурочены к южному борту впадины и, за исключением месторождения Нефтеабад, являются многозалежными [38]. Наибольшее число залежей (девять) выявлено на месторождении Ниязбек-Северный Каракчикум; на двух месторождения (Равот и Айритан) их число равно шести. Абсолютная отметка вскрытия кровли палеогеновых пород изменяется от плюс 880 м (Сель-рохо) до минус 4100-4200 м (Ниязбек-Северный Каракчикум), что предопределяет их дальнейшее исследование и рациональное использование. Характерной особенностью нефтегазоносности палеогеновых толщ Ферганского бассейна является наличие в их разрезе ряда регионально выдержаных экранов и резервуаров. Последние получили название «пластов» (с римской нумерацией снизу вверх от X до II). В результате административной разобщённости поисково-разведочных и эксплуатационных работ в пределах Ферганского бассейна нередко один и тот же резервуар имеет различное наименование и, также, разные резервуары (близкие по положению в разрезе) именуются одним и тем же пластом [62].

На рисунке 1.3. показан Сводный литолого-стратиграфический разрез Юго-Западной Ферганы.

Кайнозойская - Кz										Краткое описание пород		
Мезозойская - Mz		Палеогеновая - Pg		Неогеновая - N		Четвертичный - Q		Группа		Система	Отдел	
Юрская - J	Меловая - K	Нижний	Верхний	Палеоцен	Миоцен	Нижний - Q ₁	Средний, верхний, современный - Q ₂₋₄	Пласт	Литология			
										Супинки серый и темно-серый, песок, галечник, гравий.		
										Конгломераты, галечники, песчаники, глины и алевролиты серые, аллювиальные пески и конгломераты; аллювиально-пропластовые щебнистые породы, плохо окатанные галечники и конгломераты, зеленые пески.		
										Бурые, окраино-желтовато-бурые, буровато-розовые, зеленовато-серые пачтумы, алевролиты, пепелы, песчаники с прослоями серых конгломератов и редко гравелитов. В песчаниках встречаются ленточные прослои гравийки. Грубообломочный материал конгломератов и гравелитов сложен хорошо окатанными гальками изверженных и метаморфических пород меловой и средней размерности. В средней и нижней частях встречаются прослои известняков.		
										Бледно-розовые, розовые, светло- и темно-коричневые алевролиты, глинистые песчаники и глины плотные с прослоями гравелитов и реже конгломератов.		
										Буровато-красные, буровато-розовые, кирпично-красные глины и алевролиты с прослоями гравийки, песчаников, гравелитов и конгломератов.		
										Бледно-серые, темно-желтые известняки, плотные, песчанистые алевролиты с прослоями серых песчаников, ракушняков и светло-серых известняков кавернозных, глинистых ("0" и IV пласты). В верхней части залегают две пачки светло-серого песчаника среднекернистого (II и III пачки).		
										Глины серые, зеленые известнякстые, тонкослоистые, основанные с глинисто-известнякстыми конкрециями и прослойками мергелей.		
										Глины желтовато-серые, светло-желтые, кремовые, палевые кремнистые с прослойками гипса. В верхней части - светло-зеленые глинистые скопки, сплошные глины и алевролиты.		
										Глины темно-серые, темно-желтые известнякстые, плотные, песчанистые алевролиты с прослоями серых песчаников, ракушняков и светло-серых известняков кавернозных, глинистых ("0" и IV пласты). В верхней части залегают серые дополнительно прослоистые известняки (V пласт) и серые песчаники мелкокристаллические ракушные, перекристаллизованные известняки (VI пласт). Нижняя часть представлена глинистыми глинями темно-зелеными, песчанистыми, известнякстыми с прослоями глинистых песчаников.		
										Верхняя часть представлена светло-серыми и темно-серыми битуминозными известняками ("VII пласт") и кислыми доломитизированными известняками ("VIII пласт"). В нижней части залегают светло-серые мергели, кавернозных известняков-ракушняков ("VII пласт") и серо-зеленые глины. Верхняя и нижняя части разделены переслаиваниями глины и алевролитов.		
										Чередование гипсов, ангидритов, мергелей, доломитов, неструстичных глини и алевролитов, местами прослои гравийки и гравийки.		
										Верху известняки светло-серые (пачка VIII), хлоритизированные известняки, доломиты, мергели, гипс (пачки IX, IX) и редко заполненные гравелиты. Внизу глины, алевролиты, песчаники (пачки X, XI) и редко заполненные гравелиты.		
										Чередование заполненных глини серых, зеленовато-серых, розово-красных с белыми гипсами. Встречаются прослои ангидритов и алевролитов. Встрече - промышленные пачки белых гипсов с прослоями глинистых глин и линзы доломитов.		
										Розово-серые и серые песчаники с прослоями красных и серых глини и алевролитов. Среди пачки красные глины с белыми гипсами. Встречаются прослои ангидритов и мергелей.		
										Красные, серые и неструстичные глины с прослоями серых и красных песчаников, мергелей, известняков, доломитов и пестраников. Встречаются глины и карбонатные породы.		
										Красные карбонатные глины, алевролиты с жильевыми известняками, прослоями и пачками желтоватых известняков и мергелей.		
										Светло-серые и розовые мелкокристаллические известняки. В кровле и подошве известняки желтоватые. В известняках прослои красных глин и мергелей.		
										Внизу красноцветные конгломераты и гравелиты, иногда с песчаниками. Вверху серые песчаники и красноцветные глины с прослоями гипса и карбонатных пород.		
										Песчаники, глины, алевролиты. В средней более глинистой части - прослои утепл.		
										Переслаивание конгломератов и песчаников желтовато-серых с редкими маломощными прослоями глин.		
										Кремнистые сланцы, метаморфизованные песчаники, известняки, конгломераты, аргиллиты.		

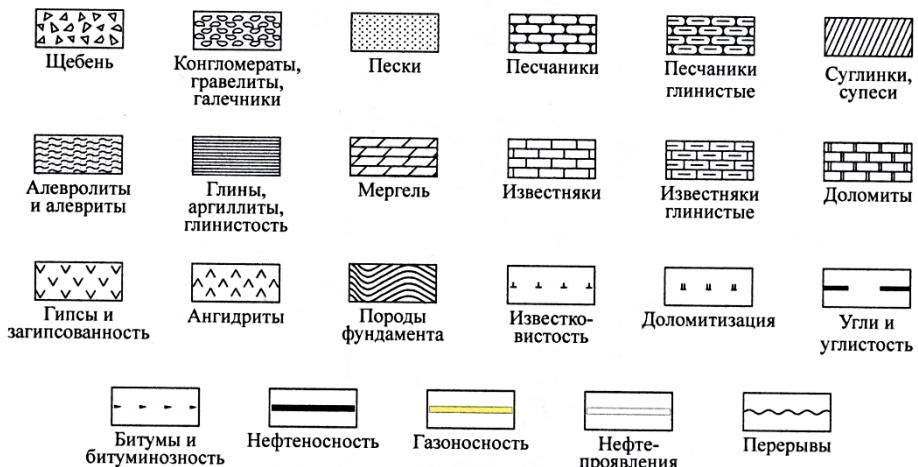


Рисунок 1.3. - Сводный литолого-стратиграфический разрез Юго-Западной Ферганы

Вторая ее половина (северная), очень слабо изученная, представляет значительный интерес, поскольку на смежных территориях Узбекистана и Кыргызстана – это основные нефтедобывающие районы (Мингбулак, Чуст-Пап, Тамчи, Майлисай и др.).

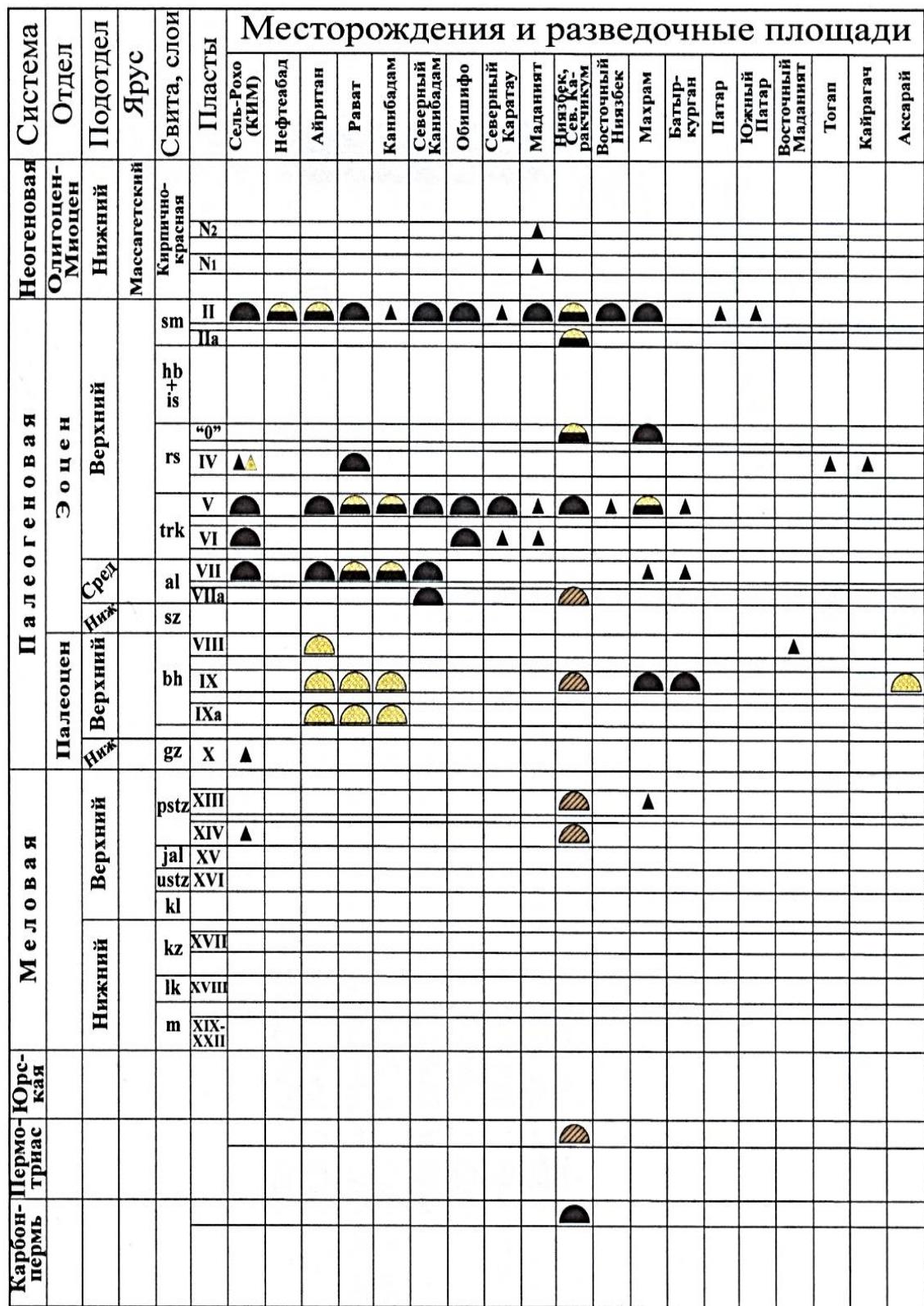
На рисунке 1.4. приведена Схема нефтегазоносности геологического разреза Юго-Западной Ферганы по промысловым и разведочным площадям.

На рисунке 1.5. показаны нефтегазовые месторождения и перспективные структуры Северного Таджикистана.

1.2. Сведения о геолого-геофизической изученности района работ

Административно площади Западный Супетау и Восточный Супетау располагаются на территории Аштского района Согдийской области Республики Таджикистан, в 20 км южнее п.г.т. Шайдон [37].

Рельеф местности равнинно-адырный, участками освоенный сельхозугодиями. Основная часть территории представлена полупустынными землями. Климат района резко континентальный. Летняя температура достигает 45 °C, зимняя – 20 °C. Годовой объём осадков 250-300 мм. В течение всего года дуют сильные ветры западной и восточной направленности, обусловленные суточными колебаниями температуры и давления в акватории Кайраккумского водохранилища.



 - нефть;  - нефть с газовой шапкой;  - конденсат;  - газ;  - нефтепроявление;  - газопроявление;

Рисунок 1.4. - Схема нефтегазоносности геологического разреза Юго-Западной Ферганы по промысловым и разведочным площадям

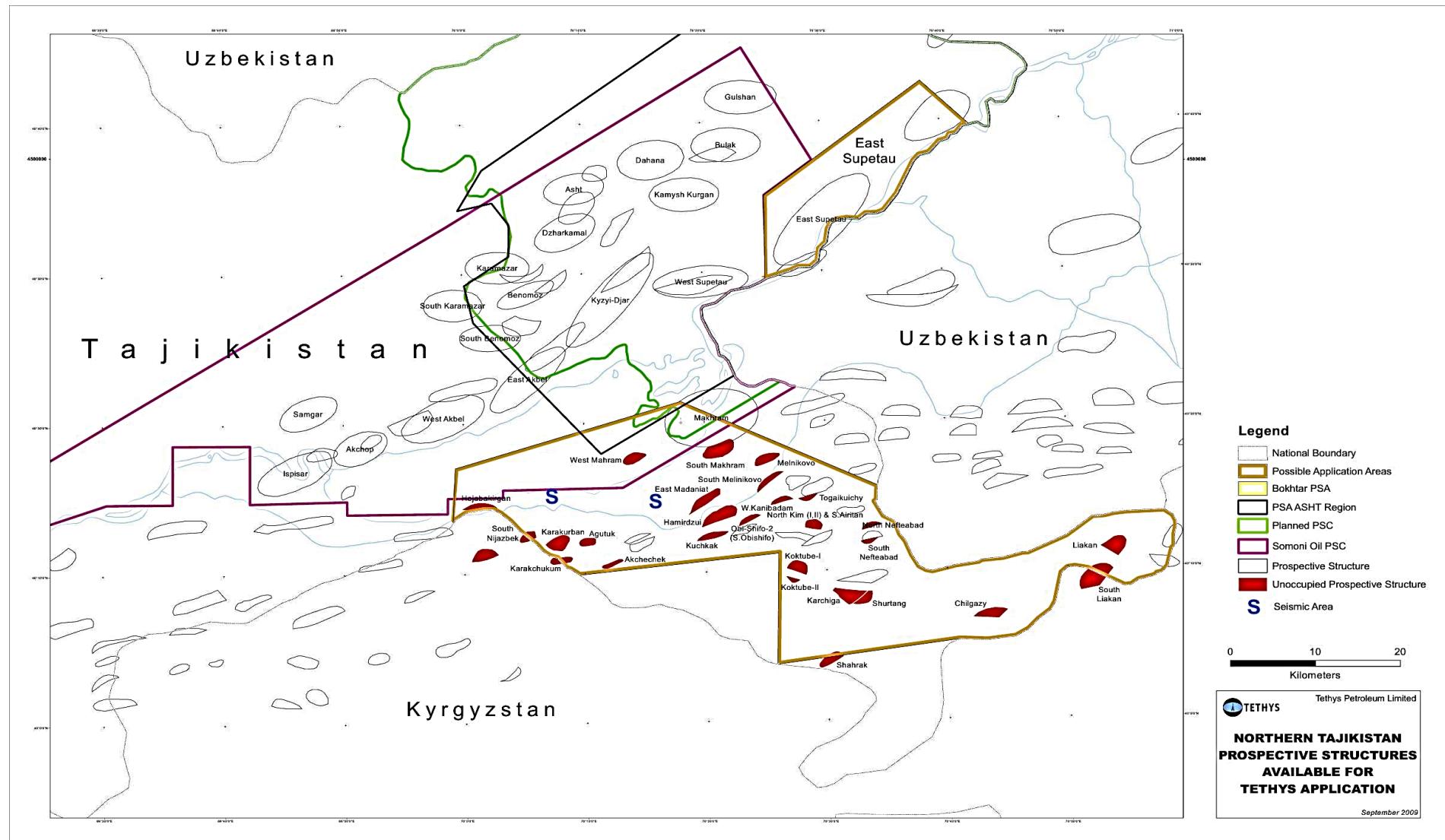


Рисунок 1.5. - Нефтегазовые месторождения и перспективные структуры Северного Таджикистана

Непосредственно через рассматриваемую территорию протекает река Сырдарья, на правобережную прирусловую террасу которой приходятся своды глубинных складок Западного Супетау и Восточного Супетау. При этом русло реки сформировалось вследствие крупного тектонического нарушения, оконтуривающего структуры вдоль юго-восточного крыла.

Район работ, обладая некоторыми уникальными чертами геологического строения, издавна привлекал к себе пристальное внимание и изучался практически всеми исследователями, проводившими работы в Северо-Западной Фергане в 1930-1980 годах. Особый интерес вызывало наличие специфического разреза неогеновых отложений, в составе которых присутствуют гипсоносная и соленосная толщи. Литолого-фациальным, стратиграфическим, палеографическим и другим аспектам строения и формирования этих толщ посвящены многочисленные исследования Н. П. Васильковского, М. И. Грамма, Н. И. Гриднева, О. Ф. Нейман-Пермяковой, В. И. Попова, А. Х. Ходжиматова и других [15].

Вопросы тектоники и перспектив нефтегазоносности района подробно рассмотрены в работах М. В. Васильчикова, А. Д. Казимирова, В. Г. Клейберга, Н. Я. Костогрыза, Е. В. Лебзина, Б. В. Чебурахина, Г. Н. Малашенкова, М. С. Сайдалиевой и многих других авторов [96].

Впервые Супетауская антиклинальная структура была подтверждена сейсморазведкой КМПВ в 1956 году [94].

Изначально, с охватом гор Махаутау, выделялась единая антиклинальная складка Супетау с размерами 40 км по длинной оси и 8 км по короткой.

Результатом сейсморазведочных работ 1960-1961 гг было подтверждено наличие складки на глубине, в месте её сочленения с Кызылджарской и Акбельской структурами [33].

Комплексное изучение геологического строения площади Супетау методами структурно-геологического картирования, с целью увязки поверхностных данных с материалами сейсморазведки МОВ, проводилось в 1963 году (С. П. Судаков) [94].

В 1962-1963 гг работами Ленинабадской сейсмической партии Северной геофизической экспедиции Геологического Управления при Совете Министров Таджикской ССР в районе Супетау проведены детализационные работы [77]. Эти работы в основном проводились сейсморазведочным методом отраженных волн на западной части структуры. В результате работ из Супетауской структуры выделены в самостоятельные, антиклинали Восточный Супетау и Западный Супетау, разделенные крупным меридиональным разломом, который в районе озера Аксукон резко поворачивает на юго-восток и обходит структуру Восточный Супетау с юга [66].

В 1978-1982 годах осуществлен переход на сейсморазведочные работы методом ОГТ [34].

В 1979-1980 гг этим методом отработан профиль ПР 446 (7,2 км) по южному крылу Западного Супетау (упругие колебания возбуждены с помощью скважинных зарядов).

В 1985-1987 гг отработан профиль ПР 446 (6,5 км) методом ОГТ по северному крылу Западного Супетау с использованием источников невзрывного возбуждения упругих колебаний – ГСК-6.

По материалам МОВ построена структурная карта (М 1: 50000) по опорному отражающему горизонту (К), уточнённая материалами МОГТ и пересчитанная со скоростями, полученными по сейсмокартажу в скважине 1 Западный Супетау. Тем самым, уточнена глубина залегания опорного горизонта, отождествляемого с отложениями мелового возраста (К), в районе озера Аксукон, составившая 4100 м.

Антиклиналь Западный Супетау, выраженная на поверхности горами Махаутау широтного простирания, представляет собой ассиметричное поднятие с крутым южным и более пологим северным крылом. Углы падения соответственно $32 - 35^\circ$ и $20 - 22^\circ$. Восточная периклиналь складки примыкает к солончаку Аксукон [35].

Структура Западный Супетау располагается, относительно структуры Восточный Супетау, гипсометрически на 1,5 – 2 км выше. По центральной

части структуры проходит широтный разлом (взбросо-надвиг) с вертикальной амплитудой до 1200 м, который соединяется с меридиональным разломом в районе южной части озера Аксукон.

По данным сейморазведки МОВ выделено самостоятельное Восточно-Супетауское поднятие, отделённое от Западно-Супетауского поперечным разломом. Глубина до отложений палеогена в своде этого поднятия по разным структурным картам, отстраивавшимся в результате последующих переинтерпретаций и тематических работ, колебалась в значительных пределах, от 5000 до 6500 м, изменяясь в сторону увеличения, по мере накопления новых данных сейморазведки и бурения [97].

Первые буровые работы в районе были проведены в 1953 году на Кызылджарской антиклинали, где были пробурены несколько структурных скважин. По результатам их бурения установлена большая мощность солевой свиты (более 800 м) и вскрыты нижележащие красноцветные терригенные отложения, выделенные в «подсолевую свиту» [27].

На основании рекомендаций, данных по результатам геологической съёмки (Н. Я. Костогрыз) и сейморазведки МОВ (В. С. Петров, Н. В. Петрова, 1962 г), в 1964 году на площади Западный Супетау было начато бурение двух разведочных скважин №№ 1, 3. Из-за сложных условий бурения (наличие мощной толщи солей, аномально высокие пластовые давления и температуры) скважины не достигли проектной глубины 3700 м. Наиболее глубокая из них, скважина № 1 Западный Супетау, пробурена до глубины 2882 м и остановлена в отложениях соленосной толщи.

С 1966 года производственным объединением «Таджикнефть» начато бурение параметрических и поисковых скважин на площади Восточный Супетау. В 1966-1977 гг здесь пробурено пять скважин с общим объёмом проходки 21203 м.

Все скважины остановлены бурением в неогеновых отложениях и не вскрыли перспективных на нефть и газ палеогеновых горизонтов. Их бурением подтверждено наличие в разрезе труднопроходимых отложений соленосной свиты, с АВПД и температурами.

1.3. Оценка перспектив нефтегазоносности и обоснование направления работ

В настоящее время на территории таджикской части Ферганской межгорной впадины выявлены 12 месторождений нефти и газа и все они приурочены к южному борту впадины.

Добыча нефти на территории Таджикистана ведётся почти 115 лет, причем, с самого начала и до настоящего времени значительные объёмы нефти добываются в северной части Республики, в пределах Ферганской нефтегазоносной области. Максимальная добыча нефти с газовым конденсатом здесь была достигнута в 1985 г и составила 251,97 тыс. тонн, а максимальная добыча природного газа приходится на 1974 г и составляет 316 млн. м³. В последующие годы, до настоящего дня, объемы добычи нефти и газа в северной части Таджикистана систематически снижаются. В 2023 г здесь было добыто 6,273тыс. тонн нефти и 0,215 млн. м³ природного газа (рисунок 1.6.). И это происходит в то время, когда по оценкам специалистов ожидаемые прогнозные запасы, только по палеогеновым отложениям, составляют для Северного Таджикистана около 135 млн. т.

На севере указанной территории, несмотря на бурение ряда скважин, месторождения нефти и газа не открыты. Вместе с тем, эта слабо изученная, северная половина таджикской части ФМВ представляет значительный интерес [15-А].

Катастрофическое сокращение фонда подготовленных структур с относительно простыми горно-геологическими условиями и неглубоким залеганием перспективных горизонтов палеогена и мела в Ферганском нефтегазоносном бассейне, заставляет пересмотреть ранее сложившиеся отношения к структурам с глубоким залеганием продуктивных толщ. Будучи законсервированными по причине отсутствия технических средств для бурения сверхглубоких скважин и дороговизны поисковых работ, эти структуры становятся сегодня первоочередными в плане стабилизации и развития нефтегазодобычи в республиках Таджикистан, Узбекистан и Кыргызстан. Усилия, предпринятые Республикой Узбекистан по бурению

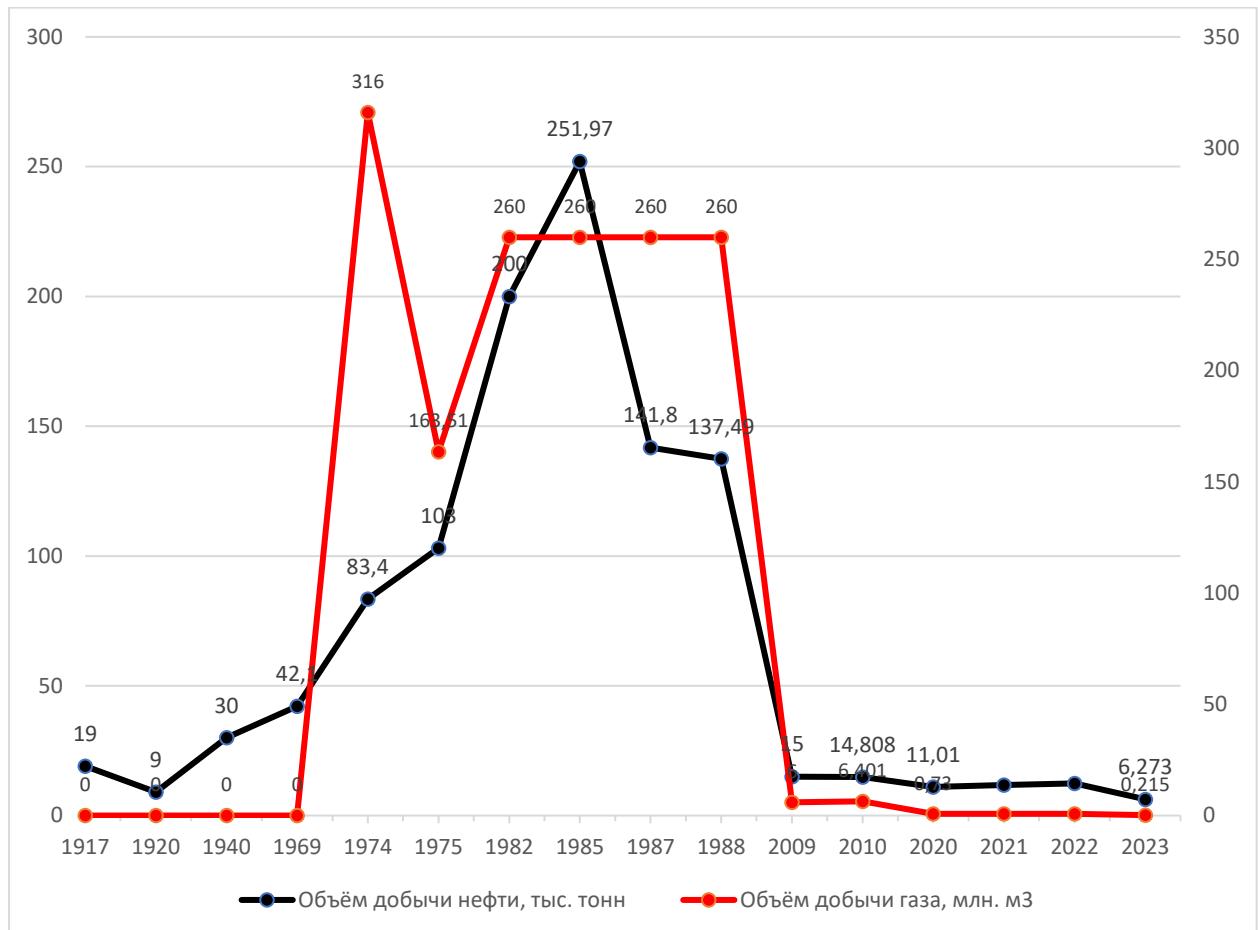


Рисунок 1.6. - Добыча нефти и газа по Северному Таджикистану

скважин глубиной до 6000 м на площади Мингбулак, где получен мощный фонтан нефти, доказали высокую перспективность этого направления работ.

Площадь Восточный Супетау по 1982 год включительно значилась в государственном балансе Миннефтепрома Союза ССР в качестве высокоперспективной структуры, с ресурсами извлекаемого углеводородного сырья категории С₁ в количестве 19,4 млн. тонн условного топлива.

Признаками возможной нефтегазоносности данной территории можно считать следующие факторы.

1. Накопленная геолого-геофизическая информация позволяет говорить о том, что, в пределах Бешарык-Костакозского прогиба грабен-синклинального типа, под воздействием горизонтального разлома, ограничивающим его с севера и с юга, формировались наиболее крупные, погребенные локальные, антиклинальные складки, линейно вытянутые в юго-западном направлении.

Параметрическим бурением на ряде структур, выявленных сейсморазведкой МОВ МОГТ-12 (24) в 60-70-х годах прошлого века, а также изучением естественных геологических разрезов мел-палеогенового возраста в предгорных участках Кураминского и Моголтауского хребта, получена информация, достаточная для районирования северной половины Юго-Западной Ферганы по степени перспективности на нефть и газ.

Здесь можно выделить следующие группы перспективных земель: группа высокоперспективных структур Бешарык-Костакозского прогиба (Западный Дигмай, Дигмай, Западный и Восточный Супетау, Северный Махрам); группа локальных структур (Рухак, Акчоп, Акбель, Акджар).

В связи с региональной нефтегазоносностью палеогеновых отложений на всей территории Ферганской впадины, указанные структуры представляют большой интерес для поисков в них залежей нефти и газа.

Для всех выделенных групп северной половины характерна низкая изученность геолого-геофизическими методами и, тем более, глубоким бурением. Оценка их перспективности осуществляется сравнением с нефтегазоносностью их восточного продолжения на смежных территориях Узбекской и Кыргызской республик.

2. Оценка перспектив нефтегазоносности территории сравнением с нефтегазоносностью их восточного продолжения на смежных территориях Узбекской и Кыргызской республик.

Значительный интерес в части перспектив нефтегазоносности рассматриваемой территории вызван и тем, что на смежных территориях Узбекистана и Кыргызстана – это основные нефтегазодобывающие районы (Мингбулак, Чуст-Пап, Тамчи, Майлисай и др.) [64] .

На территории узбекской части Северной Ферганы на ряде структур вскрыты палеогеновые отложения, при опробовании которых были получены промышленные притоки нефти. Так, в скважине № 6 площади Чуст-Пап при глубине 5667 м (V пласт туркестанских слоёв) во время проведения каротажных работ был зафиксирован перелив глинистого раствора и в результате открыто высокоперспективное месторождение.

Результаты разведки площади Наманган также оказались положительными. Здесь при опробовании алайских (VII пласт) и туркестанских (V пласт) слоев палеогена в скважинах № 5 и № 6 получены притоки нефти с дебитом до 20 тонн в сутки, а на площади Шорбулак при испытании V пласта в скважине № 7 получен приток нефти с дебитом до 8 тонн в сутки [99].

3. Повышение уровня газопоказаний и появление пленки нефти в буровом растворе при бурении параметрической скважины № 7 Восточный Супетау в интервале 4125-4135 м.

При бурении параметрической скважины № 7 Восточный Супетау в интервале 4125-4135 м наблюдалось резкое повышение уровня газопоказаний в буровом растворе от 0,2 % до 4-6 % с одновременным снижением его плотности и появлением плёнки нефти в желобной системе [3-А,101].

При проведении стандартного каротажа в этом интервале отмечено некоторое повышение КС.

4. Результаты сейсморазведочных исследований методом Вертикального сейсмического профилирования (ВСП), проведенные при бурении поисковой скважины № 10 Восточный Супетау.

В результате проведенных исследований, уточнена возможная глубина залегания кровли палеогена, изучены скоростная характеристика и волновая картина. Подтверждено наличие опорного отражающего горизонта (V пласт туркестанских слоев палеогена (P_2 tr)).

5. Результаты сейсморазведочных исследований, проведенных в 1982-1983 гг.

В 1982-1983 гг. Ленинабадской сейсмопартией КГРЭ и Ферганской сейсмопартией (каждой партией на территории своей республики) по правобережью и левобережью р. Сырдарье отработано по одному поперечному профилю МОГТ через скважину № 10. Подтверждено наличие антиклинального перегиба палеогеновой толщи.

Переинтерпретацией имеющегося материала в совокупности с новыми данными, было подтверждено наличие палеогеновой складки субширотного

простирания с размерами 22,0 км x 5,0 км по изогипсе 6100 м и суммарной площадью 86 км² [3-А].

6. Получение высокодебитного открытого нефтяного фонтана на месторождении Мингбулак (Узбекистан).

В начале 1992 года, после получения высокодебитного открытого нефтяного фонтана на месторождении Мингбулак (Узбекистан), в скважине № 5 при глубине 5236 м, из отложений нижнего неогена, необходимость проверки нефтегазоносности структур Западный Супетау и Восточный Супетау еще более возросла. Будучи одними из крупнейших в Ферганской впадине, и, располагаясь в одной геоструктурной зоне с месторождением Мингбулак, складки Восточный Супетау и Западный Супетау, в случае скорейшего ввода в поисково-разведочные работы и получения нефти и газа, способны резко повысить темпы развития нефтегазодобычи в Таджикистане и в значительной степени покрыть его потребность в нефтепродуктах.

7. Результаты сейсморазведочных исследований, проведенных в 2011-2012 гг.

В 2011 году Совместное закрытое акционерное общество «Сомон-Ойл» (СЗАО «Сомон-Ойл») заключило соглашение с Таджикским филиалом Товарищества с ограниченной ответственностью Научно-Производственной фирмой «ДАНК» на изучение исследуемой территории [97].

С 1 августа 2011 года Филиал ТОО «ДАНК» в Республике Таджикистан приступил к выполнению полевых сейсморазведочных работ по технологии МОГТ-2Д.

Целевое назначение работ: проведение сейсморазведки МОГТ-2Д в объёме 768 погонных километров с целью изучения геологического строения территории в пределах Западного и Северо-Западного лицензионных участков.

Геологические задачи: получение качественного полевого сейсмического материала для дальнейшей обработки и интерпретации его с целью изучения геологического строения в пределах Западного и Северо-Западного лицензионных участков.

Методы решения задач: проведение полевых сейсморазведочных работ МОГТ-2Д в объеме 768 погонных километров.

Сейсморазведка МОГТ-2Д производилась с использованием телеметрической сейсмостанции «I/O-Image»/Sersel 428XL по следующей методике:

Количество активных каналов – 600;

Расстояние между центрами групп сейсмоприемников – 30 м;

Расстояние между пунктами возбуждения – 30 м (60, 120);

Система наблюдения в начале профиля – фланговая, 600 каналов.

В связи с различием поверхностных условий района работ применялись различные источники возбуждения. На относительно ровной местности для возбуждения упругих колебаний использовался вибрационный источник – группа из 2 или 3 вибраторов «I/O AHV-IV-362» с толкающим усилием 275 кН.

В местах, недоступных для использования вибрационного источника, использовался взрывной источник – взрывчатые материалы со скоростью детонации не менее 6000 м / с. В условиях выхода на поверхность коренных пород в качестве источников возбуждения применялась линейная группа из 4 скважин глубиной по 2 м на расстоянии 2 м между скважинами. Вес заряда – 4 кг / ПВ в горной местности и до 7,5 кг / ПВ в болотистой местности.

Отличительной, весьма примечательной и ценной особенностью проведенных работ является то, что впервые на территории Республики Таджикистан отрабатывались профили через горные массивы и морская сейсморазведка на акватории Кайраккумского водохранилища. Профили, расположенные на акватории Кайраккумского водохранилища, отрабатывались воздушными пушками с пневмокамерами типа «Sleevgun» с рабочим давлением 12 МПа. Приём сигналов производился донными приёмниками.

В результате проведения значительного объёма сейсморазведки получена новая геолого-геофизическая информация о районе работ, которая указывает на высокую перспективность нахождения новых запасов углеводородов [36].

Исходя из вышеизложенного, целью настоящего исследования является обеспечение безопасности при проведении буровых работ на структурах северной половины таджикской части ФМВ.

1.4. Выводы по главе 1

По результатам рассмотрения вопросов, включенных в данную главу, можно сделать следующие выводы:

1. Являясь наиболее изученной и старейшей нефтегазодобывающей областью Средней Азии, перспективы ФМВ в деле прироста запасов углеводородов по-прежнему оцениваются высоко.
2. В таджикской части ФМВ добыча нефти и газа производится из истощенных месторождений, где продуктивные горизонты либо выведены на поверхность, либо залегают на небольших глубинах.
3. Северный борт таджикской части ФМВ, имевший тенденцию к погружению в течение неоген-четвертичного времени, оказался в благоприятных условиях для сохранения возможно образовавшихся здесь залежей нефти и газа.
4. Открытие промышленных скоплений нефти и газа в северо-восточной части ФМВ, указывает на необходимость ускоренного изучения северного борта впадины, находящейся на территории Республики Таджикистан.
5. Учитывая наличие благоприятных локальных поднятий, которые представляют собой по опорному отражающему горизонту пологие субширотного простирания складки значительных размеров, историю геологического развития района, а также региональную нефтегазоносность палеогеновых отложений и положительные данные бурения, следует считать структуры северного борта перспективными на нефть и газ.
6. Наличие мощной соленосной-гипсонасной покрышки в данном районе предопределяет обнаружение относительно крупных нефтяных и газовых месторождений в подсолевых отложениях. Залежи могут быть приурочены как к ловушкам структурного типа, так и тектонически экранированным.

Не исключена возможность нефтегазообразования и в низах неогеновых отложений [21].

7. Изученность северной половины таджикской части ФМВ геолого-геофизическими методами и бурением глубоких и сверхглубоких скважин остается низкой. Основной причиной низкой изученности региона является сложность горно-геологических условий бурения, вызванная большими глубинами скважин, наличием мощных соленосных отложений, большими углами падения пластов, значительными пластовыми давлениями и температурами. Для успешного вскрытия продуктивных пластов в исследуемой зоне, в первую очередь, необходимо решение вопросов безаварийной проводки скважин с соблюдением требований промышленной безопасности для предупреждения техногенных катастроф и сохранения жизни и здоровья людей.

ГЛАВА 2

АНАЛИЗ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СКВАЖИН НА СТРУКТУРАХ ЗАПАДНЫЙ И ВОСТОЧНЫЙ СУПЕТАУ

2.1. Изучение характера ранее произведенных работ на исследуемых структур

Геологосъемочными и геофизическими работами в пределах северного борта таджикской части Ферганской впадины выявлено восемь антиклинальных структур - Дигмай, Рухақ, Южный Рухақ, Акчоп, Акбель, Кызыл-Джар, Западный и Восточный Супетау. В связи с региональной нефтегазоносностью палеогеновых отложений на всей территории Ферганской впадины, указанные структуры представляют большой интерес для поисков в них залежей нефти и газа. Имеющийся в настоящее время фактический материал по Южной, Юго-Восточной и Северной Фергане указывает на региональную нефтегазоносность палеогеновых отложений.

Однако, следует отметить, что Северо-Западная Фергана по геологическому строению является одним из сложных районов в Ферганской впадине; это особенно относится к ее северному борту, территория которого в неоген-четвертичное время испытывала интенсивное прогибание, что привело к накоплению мощной толщи кайнозойских континентальных моласс. Наличие в разрезе кайнозойских моласс, в отличии от других районов Ферганской впадины, мощной толщи соляно-гипсовых отложений создает существенное препятствие при проводке глубоких скважин [22,23].

Во второй половине прошлого столетия в пределах северного борта таджикской части Ферганской впадины пробурены ряд структурных, параметрических и поисковых скважин. Необходимо отметить, что 6 глубоких скважин из 7 не доведены до проектной глубины и в них не были вскрыты перспективные палеогеновые отложения. Скважина № 10 Восточный Супетау пробурена ниже проектной глубины, но и в ней перспективные палеогеновые отложения вскрыты не были (рисунок 2.1.) [3-А,37].

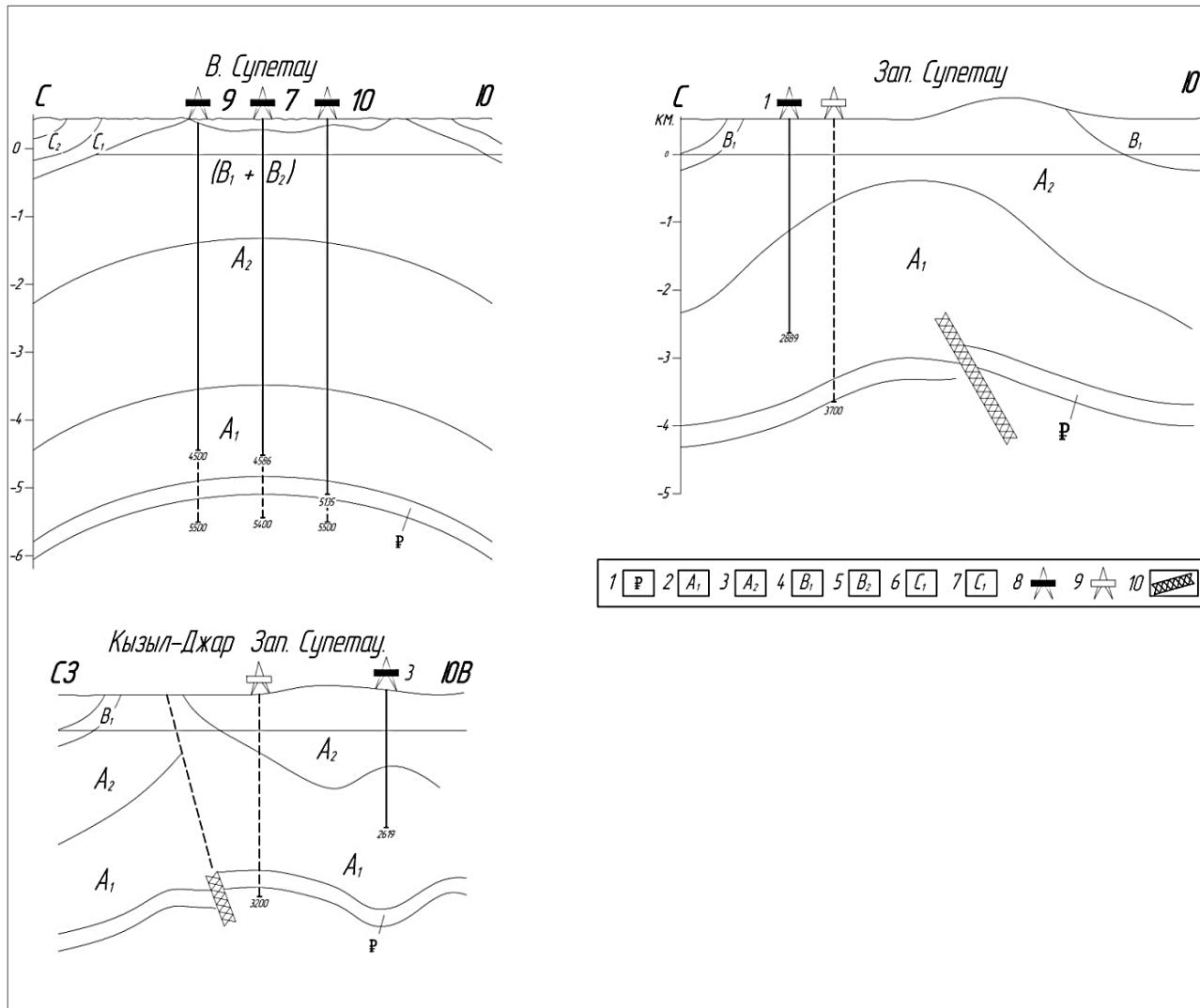


Рисунок 2.1. - Геологические профили площадей Северо-Западной Ферганы
1 – палеогеновые отложения; 2 – соленосная свита неогена; 3 – гипсоносная свита; 4 – бурая свита; 5 – палевая свита; 6 – песчаниковая свита; 7 – конгломератовая свита; 8 – скважины, находящиеся в бурении; 9 – проектные скважины; 10 – разрывные нарушения

Все скважины остановлены бурением в неогеновых отложениях и не вскрыли перспективных на нефть и газ палеогеновых горизонтов. Их бурением подтверждено наличие в разрезе труднопроходимых отложений соленосной свиты с аномально-высокими пластовыми давлениями (градиенты АВПД 1,8 – 1,92) и температурами (207 °С глубине 4500 м). Как видно из рисунка 2.1. скважина № 10 Восточный Супетау является самой глубокой скважиной, пробуренной на площади Восточный Супетау, в ходе строительства которой получены наиболее интересные материалы.

Основные сведения по скважинам, пробуренным на площадях Западный и Восточный Супетау, приведены в таблице 2.1. [3-А,109,111].

Таблица 2.1. - Основные сведения о параметрических и поисковых скважинах, пробуренных на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау

№№ пп	Площадь	№№ скв	Катег. скважин	Дата начала бурения	Дата окончан. строит.	Проект глуб., м	Факт. глуб., м	Глубина залегания гипсонасн. свиты, м	Абсол. отметка гипсон. свиты, м	Примечание
1	Западный Супетау	3	разв	22.04.1964	22.12.1966	3700	2619	1130	-	Лик. по тех.прич.
2	Западный Супетау	1	разв	25.06.1964	22.12.1966	3700	2882	1550	-	Лик. по тех.прич.
3	Восточный Супетау	6	парам.	28.02.1966	10.02.1970	5000	2934	1930	-1565	Лик. по тех.прич.
4	Восточный Супетау	8	парам.	28.02.1968	31.12.1971	5000	4048	1980	-1604	Лик. по тех.прич.
5	Восточный Супетау	7	парам.	21.02.1971	21.06.1977	5000	4586	1950	-1580	Лик. по тех.прич.
6	Восточный Супетау	9	поиск.	30.05.1972	21.06.1977	5000	4500	2045	-1673	Лик. по геол.прич.
7	Восточный Супетау	10	поиск.	16.08.1972	30.11.1977	5000	5135	2180	-1811	Лик. по геол.прич.

2. 2. Анализ проводки разведочных скважин № 3 и № 1 площади Западный Супетау

Поисковая скважина № 3 площади Западный Супетау. В соответствии с проектом строительства, скважина № 3 площади Западный Супетау являлась разведочной скважиной с проектной глубиной 3700 м. Скважина заложена на западной периклинали структуры, закартированной сейсморазведкой по отражающему горизонту палеоген – мел. Проектный горизонт – подошва меловых отложений. Целью бурения скважины являлись поиски промышленных залежей нефти и газа в палеогеновых и меловых отложениях [81]. В прилагаемой таблице 2.2. приведены проектный и фактический геологические разрезы данной скважины [28,35].

Таблица 2.2. - Проектный и фактический геологические разрезы разведочной скважины № 3 Западный Супетау

№№ пп	Наименование яруса	Скважина № 3 Западный Супетау	
		Интервал залегания, м	
		проект	факт
1	Гипсонасная свита	0 - 2170	0 - 1728
2	Соленосная свита	2170 - 3220	1728 – 2619 (вскрытая часть)
3	Кирпично-красная свита	3220 - 3370	
4	Сумсарские слои	3370 - 3520	
	II пласт	3370 - 3385	
5	Ханабадские + Исфаринские + Риштанские слои	3520 - 3600	
	IV пласт	3585 - 3600	
6	Туркестанские слои	3600 - 3630	
	V пласт	3610 - 3620	
7	Алайские слои	3630 - 3670	
	VII пласт	3630 - 3650	
8	Согдийский отдел	3670 - 3720	
9	Меловые отложения	3720 - 3820	

В прилагаемой таблице 2.3. приведена проектная конструкция скважины.

Таблица 2.3. - Проектная конструкция скважины № 3 Западный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 530	0 - 4	До устья
2	Кондуктор	Ø 324	1500	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 245	1450 - 3100	До устья
4	Эксплуатационная колонна	Ø 140	3700	3300-3700

Бурение в интервале от 0 до 1488 м производилось долотом № 18 турбинным способом на необработанном глинистом растворе со следующими параметрами:

плотность – 1,20 - 1,40 г /см³;
вязкость - 30 - 100 сек;
водоотдача – 30 - 70 см³ / 30 мин.

При бурении этого интервала дважды оставляли в скважине по две лапы с шарошками от долота № 18.

Из-за большого угла падения пород имело место искривление скважины. На глубине 400 м искривление доходило до 7°. С этой глубины занимались исправлением ствола скважины и, ниже кривизна скважины держалась в пределах 0 – 3,5°.

При забое скважины 1488 м в скважину на глубину 1473 м был спущен и зацементирован кондуктор диаметром 324 мм. Дальнейшее углубление велось долотом № 12 на необработанном глинистом растворе. При забое 2236 м произошёл прихват инструмента. Ликвидировать прихват не удалось и на глубине 2196 м инструмент был торпедирован. Цементный мост был установлен в интервале 2196-2136 м, а плотность глинистого раствора была увеличена до 1,5 г / см³.

С глубины 2136 м произвели зарезку нового ствола долотом № 12.

В ходе дальнейшего углубления происходили прихваты бурильного инструмента со сломами и зарезками новых стволов. Дальнейшее бурение было признано технически невозможным и скважина была предложена к ликвидации.

В прилагаемой таблице 2.4. приведена фактическая конструкция скважины.

Таблица 2.4. - Фактическая конструкция скважины № 3 Западный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 530	0 - 4	До устья
2	Кондуктор	Ø 324	1473	До устья
3	Первая техническая колонна	-	-	-
4	Эксплуатационная колонна	-	-	-

Скважина № 3 площади Западный Супетау представляет большой интерес в изучении структуры Супетау. Это связано с тем, что на площади Западный Супетау в скважине № 3 отметка кровли соленосной свиты, оказалась на 396 м выше по сравнению со скважиной № 1, в то время как по данным сейсморазведки скважина № 3 должна была быть на 100 – 120 м гипсометрически ниже скважины № 1 [29,36].

Разведочная скважина № 1 площади Западный Супетау. В соответствии с проектом строительства скважина № 1 площади Западный Супетау являлась разведочной скважиной с проектной глубиной 3700 м. Скважина заложена на северном крыле поднятия Супетау. Поисковая скважина № 1 площади Западный Супетау находится на расстоянии 1600 м к северо-востоку от скважины № 3 Западный Супетау. Проектный горизонт – подошва меловых отложений. Целью бурения скважины являлся поиск промышленных залежей нефти и газа в палеогеновых и меловых отложениях [82].

В прилагаемой таблице 2.5. приведены проектный и фактический геологические разрезы скважины.

Таблица 2.5. - Проектный и фактический геологические разрезы разведочной скважины № 1 Западный Супетау

№№ пп	Наименование яруса	Скважина № 1 Западный Супетау	
		Интервал залегания, м	
		проект	факт
1	Гипсоносная свита	0 - 2050	0 - 2170
2	Соленосная свита	2050 - 3100	2170– 2882 (вскрытая часть)
3	Кирпично-красная свита	3100 - 3250	
4	Сумкарские слои	3250 - 3400	
	II пласт	3250 - 3365	
5	Ханабадские + Исфаринские + Риштанские слои	3400 - 3480	
	IV пласт	3465 - 3480	
6	Туркестанские слои	3480 - 3510	
	V пласт	3490 - 3500	
7	Алайские слои	3510 - 3550	
	VII пласт	3510 - 3530	
8	Согдийский отдел	3550 - 3600	
9	Меловые отложения	3600 - 3700	

В прилагаемой таблице 2.6. приведена проектная конструкция скважины.

Таблица 2.6. - Проектная конструкция скважины № 1 Западный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	\varnothing 630	0 - 7	До устья
2	Кондуктор	\varnothing 508	0 - 50	До устья
3	Первая техническая колонна	\varnothing 324	0 - 1500	800 м от устья
4	Вторая техническая колонна "хвостовик"	\varnothing 245	1450 - 3100	В интервале цементирования
6	Эксплуатационная колонна	\varnothing 140	3700	3300-3700

Чередование по твердости и большой угол падения пород привели к набору кривизны в интервале 110 – 1200 м. Искривление скважины доходило до 19°. При забое 1349 м кривизна скважины составляла 17°. Приходилось дважды перебуривать ствол скважины с целью исправления кривизны. В интервале 110 – 1200 м дважды устанавливали цементный мост. После исправления кривизны скважины, при забое 1270 м, в третьем стволе перешли на долото № 12. Затем, при бурении вокруг буровой появились грифоны. С целью ликвидации грифонов до глубины 30 м было спущено второе направление диаметром 450 мм.

Бурение скважины до глубины 2882 м велось без особых осложнений на необработанном глинистом растворе. Параметры промывочной жидкости при бурении были следующие:

плотность	– 1,30 - 1,45 г /см ³ ;
вязкость	- 30 - 45 сек;
водоотдача	– 40 - 60 см ³ / 30 мин;
насыщение поваренной солью – полное.	

При забое 2882 м во время промывки перед подъёмом инструмента произошел прихват. Согласно акту расследования, авария произошла из-за обвалов стенок скважины, вызванных несоответствием параметров глинистого раствора проходимым породам. Неоднократные попытки обработать раствор положительных результатов не дали.

Поднять инструмент удалось после перехода на промывку скважины водой. Было решено расширить ствол скважины долотом № 14 до глубины 2850 м и

спустить комбинированную обсадную колонну диаметром 324 в интервале 0 – 1200 м и диаметром 273 мм в интервале 1200 – 2800 м.

Комбинированная техническая колонна была спущена и зацементирована в интервале 0 – 2791 м. Интервалы спуска колонн: Ø 273 мм – 2791-1231 м; Ø 324 мм – 1231-0 м.

При очередном спуске долота было обнаружено, что на глубинах 2645 м, 2705 м, 2725 м техническая колонна повреждена [91]. Работы, проводимые для выправления смятых участков колонны, оправками диаметрами 243, 220, 200, 190 и 146 мм результатов не дали.

С целью перекрытия интервалов нарушения и забуривания нового ствола через колонну были проделаны следующие работы.

1. Установлен цементный мост в интервале 2710 – 2625 м.
2. В интервале 2590 – 2570 м спущен отклонитель и зацементирован в интервале 2615 – 2579 м.
3. Для зарезки нового ствола в интервале 2570 – 2571 м работали торцевыми фрезерами, однако, прорезать окно в колонне не удалось.

В таком состоянии скважина была законсервирована, а оборудование демонтировано.

В прилагаемой таблице 2.7. приведена фактическая конструкция скважины.

Таблица 2.7. - Фактическая конструкция скважины № 1 Западный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 630	0 - 7	До устья
2	Кондуктор	Ø 508	0 - 30	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 324 x Ø273	0 – 2791 м Ø 324 мм – 1231-0 м Ø – 1231 м Ø 273 мм – 2791-1231 м Ø 273x10Д – 151 м Ø 273x10Д – 300 м Ø 273x9Д – 1109 м	До устья
4	Вторая техническая колонна "хвостовик"	-	-	-
5	Эксплуатационная колонна	-	-	-

2. 3. Анализ проводки поисковой скважины № 10 Восточный Супетау

В соответствии с проектом строительства скважина № 10 площади Восточный Супетау являлась поисковой скважиной с проектной глубиной 5000 м. Проектный горизонт – свита «Гознау». Целью бурения скважины являлось изучение геологического строения площади и поиски залежей нефти газа в отложениях палеогена [83]. В прилагаемой таблице 2.8. приведены проектный и фактический геологические разрезы скважины [30,37].

Таблица 2.8. - Проектный и фактический геологические разрезы поисковой скважины № 10 Западный Супетау

№№ пп	Наименование яруса	Скважина № 10 Западный Супетау	
		Интервал залегания, м	
		проект	факт
1	Современные отложения	0 - 165	0 - 200
2	Палевая + бурая свиты	165 - 1500	200 - 1090
3	Гипсоносная свита	1500 - 3950	1090 - 3840
4	Соленосная свита	3950 - 4500	3840 – 5135 вскрытая часть
5	Кирпично-красная свита	4500 - 4750	
6	Сумсарские слои	4750 - 4800	
	II пласт	4750 - 4765	
7	Ханабадские + Исфаринские + Риштанские слои	4800 - 4880	
	IV пласт	4865 - 4880	
8	Туркестанские слои	4880 - 4910	
	V пласт	4890 - 4900	
9	Алайские слои	4910 - 4950	
	VII пласт	4910 - 4930	
10	Согдийский отдел	4950 - 4975	
11	IX пласт	4950 - 4960	
12	Свита Гознау	4975 - 5000	

В прилагаемой таблице 2.9. приведена проектная конструкция скважины.

Таблица 2.9. - Проектная конструкция скважины № 10 Восточный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 508	0 - 7	До устья
2	Кондуктор	Ø 426	0 - 200	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 299	0 - 1800	До устья
4	Вторая техническая колонна	Ø 219	0 - 4000	До устья
5	"Хвостовик"	Ø 168	3900 - 4500	3900 - 4500
6	Эксплуатационная колонна	Ø 114 x 140	0 - 5000	До устья

По достижении глубины 849 м верхняя часть скважины расширена и в интервале 0 – 188,5 м закреплена колонной из обсадных труб Ø 426x11 мм группы прочности Д. При бурении и расширке осложнений в скважине в виде поглощений, газоводопроявлений, посадок инструмента, затяжек, обвалов и др. не наблюдалось. Бурение осуществлялось роторным способом. Параметры промывочной жидкости, следующие [31]:

плотность – 1,14 – 1,20 г /см³;

вязкость - 30 сек;

водоотдача – 20 – 25 см³ / 30 мин;

СНС - 56/136 мг / см²

Режим бурения:

нагрузка на долото – 5 – 6 тонн;

скорость вращения инструмента – 60-80 об / мин.

Расширка ствола скважины производилась с использование следующей компоновки бурильного инструмента :

долото трехшарошечное Ø 394 мм;

утяжеленные бурильные трубы Ø 203 мм;

расширитель пилотный Ø 490 мм;

центратор четырёхлопастной Ø 486 мм;

трубы бурильные Ø 140 мм.

До глубины 1419 м бурение продолжено роторным способом при следующих параметрах промывочной жидкости:

плотность – 1,20 – 1,22 г /см³;

вязкость - 35 - 40 сек;

водоотдача – 40 см³ / 30 мин;

Далее бурение продолжено турбинным способом с использованием турбобуров ТС5Б-9" и долот ИСМ, оснащённых искусственными алмазами.

До глубины 3220 м бурение осуществлялось комбинированным турбинно-роторным способом при следующих параметрах промывочной жидкости:

плотность – 1,35 – 1,40 г /см³;

вязкость	- 30 - 35 сек;
водоотдача	- 40 см ³ / 30 мин;
насыщение поваренной солью – полное.	

По достижении глубины 3220 м верхняя часть скважины расширена и в интервале 0 – 1784,41 м закреплена колонной из обсадных труб Ø 299 мм групп прочности Д и К. На устье скважины смонтировано противовыбросовое оборудование, состоящее из двух плашечных превенторов ППВ-307х200. При бурении и расширке осложнений в скважине в виде поглощений, посадок инструмента, затяжек, обвалов не наблюдалось, однако, начиная с глубин 2940-2950 м, скважина начала проявлять соленой водой дебитом 10 – 12 м³ / сутки. Термометрией были установлены два явно водопроявляющих горизонта в интервалах 2940-2943 м и 3840-3843 м.

До глубины 4007 м бурение осуществлялось комбинированным турбинно-роторным способом. Параметры промывочной жидкости, следующие:

плотность	- 1,27 – 1,32 г /см ³ ;
вязкость	- 28 - 30 сек;
водоотдача	- 40 см ³ / 30 мин;
насыщение поваренной солью – полное.	

По достижении глубины 4007 м скважина в интервале 4003 – 1701 м закреплена первой секцией колонны из обсадных труб Ø 219 мм групп прочности К, Е и Р-110. При бурении, осложнений в скважине в виде поглощений, посадок инструмента, затяжек, обвалов не наблюдалось, однако скважина продолжала проявлять соленой водой [32]. В целях предупреждения смятия обсадной колонны в интервалах с АВПД, после ОЗЦ, интервалы 2940-2943 м и 3840-3843 м были перфорированы кумулятивными перфораторами в количестве по 13 отверстий. После перфораций вновь появился приток соленой воды дебитом 6 м³ / сутки.

Интервал 4007 – 4680 м был пробурен роторным способом с использованием долот трехшарошечных, одношарошечных и ИСМ. В соответствии с ГТН через

каждые 50 – 55 м проходки осуществлялись отборы керна с использованием бурголовок 1ВК-190СТ. Параметры промывочной жидкости, следующие:

плотность – 1,24 – 1,35 г /см³;

вязкость - 30 - 35 сек;

водоотдача – 40 см³ / 30 мин;

насыщение поваренной солью – полное.

Скважина продолжала проявлять солёной водой дебитом 5,4 м³ / сутки.

Интервал 4680 – 4920 м был пробурен роторным способом с использованием долот одношарошечных и ИСМ. В соответствии с ГТН через каждые 50 – 55 м проходки осуществлялись отборы керна с использованием бурголовок 1ВК-190СТ. Параметры промывочной жидкости, следующие:

плотность – 1,23 – 1,30 г /см³;

вязкость - 28 - 35 сек;

водоотдача – 40 см³ / 30 мин;

насыщение поваренной солью – полное.

Скважина продолжала проявлять соленой водой дебитом 5,4 м³ / сутки.

При забое 4920 м в процессе бурения произошел слом бурильного инструмента. Аварийный инструмент был извлечен частично. На забое остались 1 скалка спирального УБТ, центратор и долото. «Голова» оставшегося на забое аварийного инструмента на глубине 4911 м.

Поскольку в ходе бурения скважины было выявлено несоответствие фактических данных о геологическом разрезе исходному проекту, по которому палеогеновые отложения ожидались в интервале 4750-4920 м, было принято решение приостановить аварийные работы и, в целях уточнения глубины залегания палеогеновых отложений, произвести в скважине сейсморазведку методом вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Метод ВСП заключается в том, что, помещая в скважину многоприборный зонд сейсмоприемников, погруженных на разную глубину, производят взрывы на поверхности в ряде пунктов, удаленных на разные расстояния от устья глубокой скважины [34]. ВСП проводилось сейсмопартией КГРЭ. Работы, в результате

которых, уточнена возможная глубина залегания кровли палеогена, изучены скоростная характеристика и волновая картина, осуществлялись как в обсаженной колонной части ствола, так и в открытой. Максимальная достигнутая глубина исследования – 4350 м. Средняя скорость в изученной части разреза – 4000 м / с [71].

Изучением строения площади по двум небольшим (1 км), вкрест расположенным профилям, с центром в районе скважины № 10 получены следующие данные:

- по профилю поперечному отмечено, что скважина расположена на продольной оси складки;
- по профилю продольному отмечается подъём отражающего горизонта в сторону скважины № 7 Восточный Супетау.

Установлено, что глубина залегания опорного отражающего горизонта в районе скважины – 5600-5800 м. Учитывая, что опорным отражающим горизонтом является V пласт туркестанских слоёв палеогена (P₂ tr), то глубина залегания проектного горизонта – кровли свиты «Гознау» составит 5850 – 6000 м.

С учетом изложенного было принято решение о добуривании скважины до 6000 м с целью вскрытия проектного горизонта [4-А,].

В связи с тем, что оставшиеся в скважине аварийные части бурильного инструмента извлечь не удалось, произведена зарезка II ствола в интервале 4810 - 4880 м. Таких поломок и прихватов бурильного инструмента было несколько, что привело к тому, что в скважине до конечного забоя 5135 м были зарезаны пять новых стволов. Параметры промывочной жидкости при бурении конечного интервала были следующие:

плотность	-1,78 г /см ³ ;
вязкость	- 140 сек;
водоотдача	- 5,5 см ³ / 30 мин;
СНС	- 135 / 168;
РН	- 9

насыщение поваренной солью – полное [5].

Несмотря на обработку промывочной жидкости до указанных параметров, проработки ствола скважины по-прежнему сопровождались такими прихватоопасными явлениями, как посадки и затяжки бурильного инструмента.

Решением геолого-технического совещания при начальнике Нефтеабадского управления буровых работ от 21 сентября 1977 года поисковая скважина № 10 Восточный Супетау была признана законченной строительством и подлежащей ликвидации при забое 5135 м по I категории, как достигшая проектной глубины, но не вскрывшая проектного горизонта, в связи с невозможностью ее бурения до глубины 5800-6000 м.

В 1977 году, учитывая недостаточную изученность глубинного строения, сложные условия бурения и большие глубины залегания продуктивных горизонтов палеогена, было принято решение о прекращении буровых работ на площади Восточный Супетау и необходимости дальнейшего ее изучения сейсморазведочными методами.

В прилагаемой таблице 2.10. приведена фактическая конструкция скважины.

Таблица 2.10. - Фактическая конструкция скважины № 10 Восточный Супетау

№№	Обсадные колонны	Диаметр обсадных труб, мм	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 508x7	0 - 7	До устья
2	Кондуктор	Ø 426x11Д	0 – 188,5	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 299x9Д – 338,61 м 10 Д – 1190,34 м 11 Д – 162,04 м 12 Д – 21,15 м 10 К – 61,32 м 12 К – 10,95 м	0 - 1784,41	615 м от устья
4	Вторая техническая колонна Секция I	Ø 219 Ø 219 Ø 219 x12К – 78,98 м 12E – 52,80 м P-110 – 49,44 м 12E – 50,82 м 12K – 745,70 м 12E – 153,22 м 12K – 107,38 м 12E – 1062,29 м	0 – 4000 1701 - 4003	До устья В интервале спуска секции

Приказом ПО «Таджикнефть» от 30.11.1977 года за № 291 поисковая скважина № 10 Восточный Супетау была ликвидирована по I категории.

В 1982-1983 гг. Ленинабадской сейсмопартией КГРЭ и Ферганской сейсмопартией (каждой партией на территории своей республики) по правобережью и левобережью р. Сырдарье отработано по одному поперечному профилю МОГТ через скважину № 10. Подтверждено наличие антиклинального перегиба палеогеновой толщи.

Переинтерпретацией старого материала в совокупности с новыми данными, было подтверждено наличие палеогеновой складки субширотного простирания с размерами 22,0 км x 5,0 км по изогипсе 6100 м и суммарной площадью 86 км².

Так как на площади Восточный Супетау часть свиты песков и галечников размыта, то общая мощность кайнозойских моласс, вскрытых скважинами, несколько уменьшается, а на структуре Западный Супетау в скважине № 3 размыто более 600 м верхней части разреза гипсоносной свиты. Сопоставление разрезов скважин позволяет определить предполагаемые проектные разрезы и глубины залегания палеогеновых отложений.

На площади Западный Супетау в скважине № 3 отметка кровли гипсоносной свиты оказалась на 150 м выше по сравнению со скважиной № 1, в то время как по данным сейморазведки скважина № 3 должна была быть на 100 – 120 м гипсометрически ниже скважины № 1.

Таким образом, для вскрытия палеогеновых отложений наиболее благоприятной площадью является Западный Супетау, где денудировано более 2800 м разреза неогена, в том числе, 600 м отложений гипсоносной свиты. В районе скважины № 3 глубина подошвы палеогена будет порядка 4100 – 4200 м.

В начале 1992 года, после получения высокодебитного открытого нефтяного фонтана на месторождении Мингбулак (Узбекистан), в скважине № 5 при глубине 5236 м, из отложений нижнего неогена, необходимость проверки нефтегазоносности структур Западный Супетау и Восточный Супетау ещё более возросла. Будучи самой крупной в Ферганской впадине и располагаясь в одной

геоструктурной зоне с месторождением Мингбулак, складка Восточный Супетау, в случае скорейшего ввода в поисково-разведочные работы и получения нефти и газа, способна резко повысить темпы развития нефтегазодобычи в Таджикистане и в значительной степени покрыть его потребность в нефтепродуктах.

2.4. Геолого - технические особенности строительства сверхглубокой поисковой скважины № 1-п “Шахринав” лицензионной площади Сарикамыш

Сотрудничество крупнейшей энергетической компании с Таджикистаном началось в 2003 году.

24 июня 2009 года оператор проекта компания "Газпром зарубежнефтегаз" приступила к полевым сейсморазведочным работам по методике 3D на площади Сарикамыш в объёме 125 км², которые были завершены в октябре 2009 года. Параллельно с сейсморазведкой осуществлялась мобилизация бурового оборудования.

Для обеспечения строительства скважины материально-техническими ресурсами и оборудованием в период с июня по октябрь 2010 года проведены ремонтно-восстановительные работы на участке дороги "Большевик - буровая площадка" протяжённостью 15 км.

По сообщению компании "Газпром зарубежнефтегаз" в результате интерпретации полученных данных на этом участке была выявлена перспективная структура "Шахринав" и в июне 2010 года "Газпром" утвердил точку бурения сверхглубокой скважины № 1-п Шахринав лицензионной площади Сарикамыш.

Необходимо отметить, что ранее на расстоянии около 2 км от утвержденной точки бурения сверхглубокой скважины № 1-п Шахринав на площади Сарикамыш была пробурена скважина № 1 Сарикамыш. Скважина была начата бурением 07 января 1991 года. Целью бурения являлось уточнение глубинного геологического строения площади [11-А].

Бурением был вскрыт следующий геологический разрез.

1. Четвертичные отложения	0 – 24 м
2. Неогеновые отложения	24 – 1726 м
3. Палеогеновые отложения	
- ханабад+исфаринские ярусы	1726 – 1880 м
- риштанский ярус	1880 – 1888 м
- туркестанский ярус	
- алайский ярус	
- сузакский ярус	
- бухарский ярус	2078 – 2153 м
- акджарский ярус	
4. Меловые отложения	
- кампанский ярус	
- сantonский ярус	
- коньякский ярус	
- туронский ярус	
- сеноманский ярус	
- альбский ярус	
- аптский ярус	
- барремский ярус	
- готеривский ярус	3472 м

Скважина не достигла проектной глубины и не вскрыла проектный горизонт.

Выполненными в 1997 году со стороны АО «Саратовнефтегеофизика» сейсморазведочными работами установлено, что свод поднадвиговой складки смещен относительно первоначального на 4 – 5 км к северо-востоку и скважина № 1 Сарикамыш находится на периклинали этой структуры. Дальнейшее бурение скважины было признано нецелесообразным.

01 июля 1994 года буровые работы были остановлены.

В 2010 году в ходе визита председателя правления ОАО "Газпром" Алексея Миллера были обсуждены вопросы сотрудничества в деле поисков.

Визит был приурочен к началу бурения первой поисковой скважины № 1- п Шахринав лицензионной площади Сарикамыш в 36 км к юго-западу от Душанбе [118].

"По предварительным данным, запасы природного газа на данной площади составляют 60 млрд. кубометров, и этот объем может обеспечить Таджикистан природным газом на 50 лет", - отметил А. Миллер.

Для республики с годовой потребностью в природном газе менее одного миллиарда кубометров это заявление руководителя крупнейшей мировой компании по добыче и реализации природного газа, было весьма обнадеживающим [87].

Прогнозные ресурсы для нашей республики были значительными и, при благоприятном подтверждении прогнозов, могли способствовать развитию экономики [106].

Республика Таджикистан располагает значительными потенциальными запасами углеводородного сырья и, по плотности неразведанных запасов, занимает одно из ведущих мест среди стран Центральной Азии.

Общая площадь перспективных на нефть и газ земель Таджикистана составляет 34,6 тыс. км², из которых 5,2 тыс. км² располагаются в Ферганском нефтегазоносном бассейне (НГБ) и 29,4 тыс. км² – в Афгано-Таджикском НГБ.

Суммарные начальные потенциальные извлекаемые запасы углеводородного сырья в Республике Таджикистан оцениваются от 650 млн. т до 1 млрд. т условного топлива.

Однако, практически прекращение проведения геолого-разведочных и буровых работ в последние годы привело к отсутствию прироста извлекаемых запасов нефти и газа. Республика, которая добывала до 418 тысяч тонн нефти и до 320 млн. кубометров газа, по объемам добычи нефти скатилась до уровня 1919 года.

После распада СССР Таджикистан столкнулся с необходимостью развития собственной нефтегазовой промышленности и инфраструктуры. Необходимо было обеспечить проведение геолого-разведочных и буровых работ для прироста

запасов углеводородов, реанимировать старые, пробуренные в советское время скважины, принять меры по сохранению проектных значений коэффициентов нефтеотдачи по разрабатываемым месторождениям. На всё это требовалось привлечение значительных средств, высококлассных специалистов и передовых мировых технологий, что, к сожалению, не удалось сделать.

В этих условиях подтверждение и освоение озвученных прогнозных ресурсов по площади "Сарикамыш" могло значительно увеличить объёмы добычи нефти и газа и обеспечить трудоустройство большого числа работников.

7 декабря 2010 года на площади Сарикамыш состоялась церемония начала бурения поисковой скважины № 1- п Шахринав лицензионной площади Сарикамыш. Проектная глубина скважины составляла 6300 м.

Заказчиком строительства скважины являлось Закрытое акционерное общество (ЗАО) "Газпром зарубежнефтегаз" - дочернее предприятие ОАО "Газпром". Бурение скважины осуществлялось Обществом с ограниченной ответственностью (ООО) "Оренбургская буровая компания". Вопросы организации строительства скважины в Таджикистане решались Представительством ЗАО "Газпром зарубежнефтегаз" в Душанбе, которое функционировало с апреля 2006 года [119].

Бурение скважины осуществлялось буровой установкой ZJ70/4500DB, производства Китайской Народной Республики. Установка предназначена для бурения скважин глубиной до 7000 метров, максимальная нагрузка на крюке может доходить до 4500 кН. Установка оснащена всем необходимым для высокоскоростной проходки скважин. До этого подобные буровые установки в Таджикистане не использовались.

Бурение скважины в четвертичных и верхней части неогеновых отложений осуществлялось без значительных осложнений.

При забое скважины на отметках до 1000 м наблюдалось значительное увеличение температуры промывочной жидкости, выходящей из скважины. На забое скважины температура достигала 80 °С. Геотермический градиент доходил до 6,5 °С против 3,5 - 4,0 °С нормальных для этой части Таджикской депрессии.

Как известно, в разных районах геотермическая ступень и геотермический градиент различны. Например, при бурении поисковой скважины № 1 "Ходжабакирган" на территории Канибадамского района геотермический градиент при забое 4973 м составил всего 2,6 °С.

Скорее всего, проявление высоких температур в скважине "Шахринав - 1п" может быть связано с пластовыми водами. Площади Гиссарской долины расположены в непосредственной близости от выходов пород мезо- и кайнозоя, которые в условиях развитой речной сети и повышенного, по сравнению с югом, количества атмосферных осадков являются благоприятными "окнами" для внедрения поверхностных вод. Такие высокие геотермические градиенты в этой зоне носят локальный характер и не имеют значительного продолжения по глубине.

Скважина завершена бурением 11 июня 2013 года с забоем 6450 м и стала самой глубокой поисковой скважиной в Центральной Азии. Скважиной вскрыт барремский ярус меловых отложений, возраст которых превышает сто миллионов лет[107,108].

До этого самой глубокой скважиной в Таджикистане являлась скважина "Южный Карагау - 1", пробуренная до глубины 6101 м производственным объединением "Таджикнефть" в 1991 году [120].

В прилагаемой таблице 2.11. приведена фактическая конструкция скважины.

Таблица 2.11. - Фактическая конструкция поисковой скважины № 1- п Шахринав лицензионной площади Сарикамыш

№№	Обсадные колонны	Диаметр обсадных труб, мм	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 530x7	0 - 50	До устья
2	Кондуктор	Ø 426x11Д	0 - 700	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 324 11 Д 9,5 Д 9,5 Е 11Л	0 - 2838 2838-2544 2544-1238 1238-597 597-0	До устья
4	Вторая техническая колонна	Ø 244,5 / 250,8 244,5x11,99 VM110HCSS 250,8x15,88 VMHCSS	0 - 4263 4263 - 3344 3344 - 2834,25	До устья

		244,5x10,03 VM110HCSS 244,5x11,99 VM110HCSS	2834,25 – 86 86 - 0	
5	Третья техническая колонна	\varnothing 177,8 13,72 «VAS 110» 12,65 «VAS 110» 13,72 «VAS 110» 12,65 «VAS 110» 11,51 «VAS 110» 13,72 «VAS 110» 11,51 «VAS 110» 12,65 «VAS 110» 13,72 «VAS 110» Superior	0 – 5522,4 5522,4 – 5324,87 5324,87 – 5148,05 5148,05 – 5036,0 5036,0 – 4825,21 4825,21 – 3500,63 3500,63 – 3286,95 3286,95 – 2077,04 2077,04 – 333,59 333,59 - 0	До устья
6	Хвостовик	\varnothing 114,3 x 7,37 «L 80-1»	5448 – 6449	В интервале спуска

Несмотря на использование, в некоторых интервалах, высокопрочных обсадных труб, конструкция скважины не соответствовала фактическим условиям бурения, что привело к ряду аварий и осложнений.

1. В ходе бурения имело место смятие обсадной колонны \varnothing 244,5 / 250,8 мм. Данные анализа (таблица 2.11) показывают, что при спуске второй технической колонны в интервале 4263 – 3344 м были использованы обсадные трубы 244,5x11,99 VM110HCSS с толщиной стенки 11,99 мм, прочность которых на смятие оказалась недостаточной. С учётом наличия в разрезе солей, в этом интервале должны были быть спущены обсадные трубы 250,8x15,88 VMHCSS с толщиной стенки 15,88 мм.

2. В ходе опробования пластов имело место смятие хвостовика \varnothing 114,3 x 7,37 «L 80 – 1». Данные анализа показывают, что при спуске хвостовика в интервале 5448 – 6449 м были использованы обсадные трубы 114,3 x 7,37 «L 80 – 1» с толщиной стенки 7,37 мм, прочность которых на смятие оказалась недостаточной. В результате смятия колонны один из пластов, рекомендованных к опробованию, остался неизученным и был допущен прихват колонны насосно-компрессорных труб. С учётом высоких пластовых давлений, в этом интервале должны были быть спущены обсадные трубы 114,3 мм с толщиной стенки 10,92 мм и группы прочности не менее Р-110.

По информации представительства Gazprom International в Республике Таджикистан в результате бурения поисковой скважины "Шахринав - 1п" и проведения комплекса геолого-геофизических работ были вскрыты восемь объектов, признанных перспективными на углеводороды [121,122].

Опробование объектов было начато в конце 2013 года и завершено в 2014 году.

К большому сожалению, ожидаемых результатов на этой скважине не получено. Промышленные запасы углеводородов не обнаружены ни в одном из опробованных объектов. Один из объектов остался неопробованным. Работы на скважине прекращены, буровая установка демонтирована.

По результатам строительства скважины:

1. Отмечена сложность условий для проведения работ на нефть и газ на структурах, расположенных в пределах Афгано-Таджикского нефтегазоносного бассейна.

2. Несмотря на обнадеживающие прогнозы по результатам значительного объема геофизических работ продуктивность структуры Сарикамыш осталась неподтверждённой. Это свидетельствует о том, что до настоящего времени отсутствует надежная методика интерпретации геофизических исследований для картирования преломляющих границ и прогнозирования продуктивности пластов.

3. Необходимо повысить ответственность уполномоченного органа со стороны правительства Республики по реализации подобных проектов. Уполномоченный орган обязан участвовать при принятии решений по всем вопросам строительства скважин, включая разработку проектно-сметной документации, обоснование выбора точки заложения скважины, конструкции и технологии бурения и крепления, выбор объектов опробования скважины и т. п.

4. При заключении соглашений на проведение поисково-разведочных работ на нефть и газ с иностранными инвесторами необходимо включение и обеспечение исполнения пунктов об обязательном привлечении определённого числа местных специалистов и об определённых квотах на прохождение

производственных и преддипломных практик студентами специальности "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" Горно-металлургического института Таджикистана [12-А].

2.5. Выводы по главе 2

По результатам рассмотрения вопросов, включённых в данную главу, можно сделать следующие выводы.

1. В пределах северного борта таджикской части Ферганской впадины выявлено восемь антиклинальных структур, которые в связи с региональной нефтегазоносностью палеогеновых отложений на всей территории Ферганской впадины, представляют большой интерес для поисков в них залежей нефти и газа.

2. Итогом работ в разведочных скважинах № 3 и № 1 Западный Супетау является то, что обе скважины не были добурены до проектной глубины, и, соответственно, проектный горизонт – подошва меловых отложений – вскрыт не был.

3. Итогом работ в поисковой скважине № 10 Восточный Супетау является то, что, несмотря на бурение до проектной глубины, проектный горизонт – свита Гознау – вскрыт не был. Из-за невозможности обеспечения требований промышленной безопасности, не были вскрыты и вышележащие отложения палеогена, с которыми, в основном, связана нефтегазоносность Ферганской впадины.

4. Основными факторами, повлиявшими на безрезультативность ранее проведённых буровых работ на структурах таджикской части Северо-Западной Ферганы явились несоответствия фактических геологических разрезов проектным, несоответствия буровых установок по грузоподъёмности, несоответствия проектных конструкций скважин требованиям безопасной и безаварийной проводки, отсутствие технологических решений по проходке скважин в условиях высоких пластовых давлений и температур, часто приводящим к различным видам производственных аварий.

ГЛАВА 3

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН НА СТРУКТУРАХ ЗАПАДНЫЙ И ВОСТОЧНЫЙ СУПЕТАУ

Производство работ по бурению глубоких скважин является опасным производственным объектом.

Физические и юридические лица, эксплуатирующие такие объекты на территории Республики Таджикистан, внесены в Государственный реестр опасных производственных объектов и за несоблюдение требований настоящего Закона привлекаются к ответственности в порядке, установленном законодательством Республики Таджикистан [85,86].

3.1. Факторы, повышающие уровень технологической опасности

процессов, происходящих при строительстве скважин

При строительстве глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Западный Супетау и Восточный Супетау имеют место следующие факторы, повышающие уровень технологической опасности процессов:

1. Бурением скважин установлены несоответствия фактических разрезов структур проектным.
2. Буровые установки, использованные для строительства, по своим техническим параметрам, не соответствовали требованиям промышленной безопасности [4-А,14-А].
3. Конструкции скважин не соответствовали требованиям промышленной безопасности.
4. Допущены значительные искривления стволов скважин.
5. Не обеспечены требуемые параметры глинистого раствора в условиях бурения мощной толщи соленосных свит при высоких пластовых температурах.
6. Низкая геофизическая изученность разреза при бурении в условиях высоких пластовых температур.

Вышеприведенные факторы, из-за которых не были вскрыты перспективные на нефть и газ палеогеновые отложения, не соответствовали требованиям промышленной безопасности.

Рассмотрим более детально вышенназванные факторы.

1. Фактические геологические разрезы структур Восточный Супетау и Западный Супетау не соответствовали проектным, заданным по результатам геологической интерпретации сейсморазведочных данных.

Как известно, сейсмическая разведка (сейсморазведка) является одним из важнейших видов геофизической разведки и в настоящее время её используют при решении большого числа геологических задач – от изучения глубинного строения земной коры до детальных исследований месторождений полезных ископаемых.

Сейсмическая разведка включает совокупность методов исследований геологического строения земной коры, основанных на изучении распространения в ней искусственно возбужденных упругих волн [13].

На территории Согдийской области Республики Таджикистан до середины прошлого века сейсморазведочные работы МОВ и КМПВ носили в основном опытно-методический и рекогносцировочный характер и только частично были направлены на поиски локальных структур. Главенствующим геофизическим методом изучения геологического строения территории сейсморазведка становится со второй половины прошлого столетия, при этом до 1972 года это сейсморазведка МОВ, а далее – МОГТ.

Поисковыми сейсморазведочными работами МОВ были выявлены Северо-Канибадамская, Ниязбекская, Маданиятская, Чкаловская, Восточно-Ниязбекская, Восточно-Супетауская, Западно-Супетауская, Кызыл-Джарская, Дигмайская и другие структуры. Девять структур были подготовлены под поисковое бурение, из которых на шести открыты месторождения нефти и газа.

Поисковыми сейсморазведочными работами МОГТ, начиная с 1972 года по наши дни, подготовлены под поисковое бурение Северо-Каракчиумская, Маданиятская, Восточно-Маданиятская, Восточно-Ниязбекская, Патарская, Махрамская, Батыркурганская и Северо-Каратаяуская структуры; выявлены Западно-Канибадамское, Северо-Раватское, Южно-Патарское, Аучи-Калачинское, Ходжабакирганская и Тогайкуйчинское поднятия. На

подготовленных сейсморазведкой под бурение структурах Ниязбек –Северный Каракчикум, Маданият, Махрам, и Оби шифо открыты месторождения углеводородов. Особую роль сыграло открытие многопластового нефтегазоконденсатного месторождения Ниязбек–Северный Каракчикум, на котором была доказана промышленная газоносность меловых отложений. Месторождение является наиболее крупным в Ферганской впадине, и это открытие послужило новым толчком для интенсификации поисков углеводородов в западной части впадины [66].

Однако, наряду с общими благоприятными предпосылками проведения сейсморазведочных исследований, эффективность их в сильнейшей степени обусловливается особенностями геологического строения, характером тектонических структур и глубиной залегания интересующих объектов. В большинстве случаев эти факторы отрицательно сказываются на эффективности исследований.

Так, например, влияние сложного контакта четвертичных и неогеновых отложений, их своеобразный и пестрый литологический состав и большая мощность являются сильными помехами для сейсморазведки, что отрицательно сказывается на результатах их интерпретации. Зона малых скоростей и границы внутри неогеновых отложений оказывают сильное искажающее влияние на волновое поле, затушевывая полезные сигналы от картируемых глубоко залегающих горизонтов в палеогеновых и юрских отложениях.

Не менее осложняющим фактором для сейсморазведки является морфология структур: наличие резких складок с крутыми и вертикальными крыльями, зон чешуйчатого строения с надвигами и шарьяжами, соляной тектоники в сочетании со сложным, местами труднодоступным, сильно расчлененным горным рельефом [110].

Все это приводит к тому, что в довольно значительном количестве случаев, как при решении региональных, так и поисково-детальных задач, фактические геологические разрезы структур не соответствуют прогнозным, полученным по результатам геологической интерпретации сейсморазведочных данных.

Одним из наиболее ярких случаев такого несоответствия являются результаты бурения скважин на площади «Восточный Супетау».

По данным геофизических исследований проектом строительства скважины № 10 «Восточный Супетау» было предусмотрено вскрытие верхних сумсарских слоев палеогена в интервале 4750-4800 м, фактически при конечной глубине 5135 м забой скважины все еще находился в неогеновых отложениях [115].

Надо отметить, что подобные отклонения между глубинами скважин, определёнными по данным сейсморазведки и установленными бурением, имели место и при проведении подобных работ и на других структурах таджикской части Ферганской впадины [15-А].

На площади Дигмай параметрическая скважина 4 была заложена по данным сейсморазведки на предполагаемой сводовой части складки и начата бурением в 1969 году. Данные проведенной в 1971 году повторной интерпретации сейсморазведочных материалов, указывали на то, что скважина 4 находится на южном крыле западной периклинальной части структуры. В связи с этим, не дожидаясь получения результатов по скважине 4, были заложены две параметрические скважины 1 и 2. Отметка кровли гипсоносной свиты в скважине 2 оказалась на 222 м выше по сравнению со скважиной 1, заложенной согласно повторной интерпретации сейсморазведочных данных, в наиболее приподнятой части складки. Кроме того, фактически скважина 4 оказалась гипсометрически выше скважин 1 и 2.

Факты существенного отклонения между глубинами скважин, определёнными по данным сейсморазведки и установленными бурением, имели место и на площади Ниязбек. Так, по данным сейсморазведки глубина залегания подошвы палеогеновых отложений (гипсы свиты Гознау) на площади Ниязбек предполагалась 4000 м. Исходя из этого, были заложены скважины 1, 2, 3 и 4. Фактически же их глубины оказались на 1000 м больше (скважина 2 – 4992 м, скважина 3 – 4950 м. На этой же площади по результатам бурения параметрической скважины 1 производилась повторная интерпретация сейсморазведочных материалов, по данным которых в оптимальных условиях

были заложены поисковые скважины 2 и 3. По результатам бурения скважина 2 оказалась за контуром нефтеносности, скважина 3 тоже не дала результатов.

На примерах структур Дигмай и Ниязбек можно судить о низком качестве сейсморазведочных данных. Положения сводов сместились от 3,5 км до 5 км по сравнению с первоначальной интерпретацией материалов [52]. Как первый, так и второй варианты интерпретации сейсморазведочных материалов по этим площадям не соответствуют действительности, как по конфигурации и местоположению свода складки, так и по глубинам залегания палеогеновых отложений. Это привело к бурению лишних дорогостоящих глубоких скважин и увеличению продолжительности поисковых работ, вследствие чего значительно затягиваются сроки открытия новых месторождений [16-А,23].

Надо отметить, что подобные отклонения между глубинами скважин, определёнными по данным сейсморазведки и установленными бурением, имели место и при проведении подобных работ на территории Российской Федерации.

Примером такого несоответствия являются результаты бурения Кольской сверхглубокой скважины СГ-3. Одним из целевых заданий для этой скважины предусматривалось вскрытие и изучение пограничной зоны между гранитным и базальтовым слоями земной коры, которая по геофизическим данным ожидалась на глубине около 7000 м.

Необходимо отметить, что сомнения в истинности получаемой с помощью сейсморазведки информации возникали. В качестве проверки было принято решение о проведении сейсморазведочных работ в зоне предполагавшегося бурения, причем до начала этого бурения. Для осуществления сейсморазведочных исследований при Ленинградском Горном институте была создана международная лаборатория Балтийского щита. После обработки и интерпретации результаты сейсмработ были, что называется, положены в сейф, а после изучения керна пробуренной до 12-ти км скважины было осуществлено сравнение сейсморазведочного и геологического разрезов. (Бурение Кольской сверхглубокой скважины СГ -3 с проектной глубиной 15000 м было начато в мае

1970 года. В 1992 году при забое 12262 м из-за многочисленных аварий и отказов техники скважина прекращена бурением).

Несовпадение оказалось очень значительным. По данным сейсморазведки в разрезе скважины СГ-3 архейский комплекс, представленный кольской серией, предполагалось встретить на глубине 4750 м, а фактически это произошло на глубине более чем на 2000 м ниже. Толщу гранулито-базитов предполагалось встретить на глубине 7000 м, а фактически, даже при окончательном забое (12262 м), этого не произошло [58].

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы.

1. Применение всех геофизических методов в связи с конкретными геологическими заданиями и в определенных геологических условиях имеет свои ограничения и возможности, которые не следует преувеличивать, но нельзя и преуменьшать.

2. При проведении геофизических работ по поиску месторождений нефти и газа необходимо применение комплекса методов с наиболее рациональным размещением профилей (сейсмо- и электроразведочных) и применением новейшей аппаратуры.

3. Более тщательно подходить к использованию ранее полученных геофизических материалов. Вся геолого-геофизическая информация прошлых лет по выявлению перспективных площадей для производства детальной сейсморазведки должна быть переобработана.

Фактические геологические разрезы поисковых скважин № 3 и № 1 структуры Западный Супетау также не соответствуют прогнозным, полученным по результатам геологической интерпретации сейсморазведочных данных.

Кроме того, на площади Западный Супетау в скважине № 3 отметка кровли гипсоносной свиты оказалась на 396 м выше по сравнению со скважиной № 1, в то время как по данным сейсморазведки скважина № 3 должна была быть на 100 – 120 м гипсометрически ниже скважины № 1.

На таких опасных производственных объектах, как строительство нефтяных и газовых скважин, несоответствие фактического геологического разреза

проектным может привести к таким крупным авариям и осложнениям как нефтегазовые выбросы, горящие фонтаны нефти и газа, поглощения бурового раствора и др. Это связано с тем, что при разработке проекта строительства скважины такие показатели как физические свойства буровых растворов по интервалам бурения, конструкции обсадных колонн и другие привязываются к проектному геологическому разрезу. Несоответствия показателей фактическим геологическим разрезам может привести к указанным авариям и осложнениям.

При бурении скважин на указанных структурах причинами аварий и катастроф могут быть:

1. Не соответствие плотности бурового раствора пластовым давлениям. Плотность бурового раствора выбирается такой, чтобы обеспечить противодавление на пласт и не допустить проявлений и выбросов флюидов в ходе строительства скважин.

В соответствии с техническими требованиями при строительстве нефтяных и газовых скважин до вскрытия пласта с более высоким пластовым давлением плотность раствора должна быть увеличена до значений, при которых давление столба раствора в скважине превышает пластовое давление [74].

2. В случае вскрытия пласта с более высоким пластовым давлением на глубинах, меньших, чем предусмотрено проектом, из-за не повышения плотности раствора начинаются проявления и выбросы флюидов.

3. В случае вскрытия пласта с более высоким пластовым давлением на глубинах, больших, чем предусмотрено проектом, из-за предварительного повышения плотности раствора возможен гидроразрыв пласта с последующими поглощениями и выбросами флюидов [3].

2. Буровая установка, использованная для строительства поисковой скважины № 10 Восточный Супетау, по своим техническим параметрам не соответствовала требованиям бурения до глубин 6000 м.

Для бурения скважины была использована буровая установка Уралмаш 4Э – 67 с максимальной грузоподъемностью 225 т. [2,4-А].

В целом, в ходе строительства скважины, буровая установка отработала удовлетворительно, без аварий и осложнений, связанных с неисправностями или поломками оборудования и механизмов. Однако, в конечном этапе строительства скважины отдельные узлы и механизмы эксплуатировались в предельных режимах, что недопустимо. Для бурения скважин с такими глубинами должны быть использованы буровые установки большей грузоподъемности и с более высокими скоростями подъема бурильного инструмента [51].

Буровая установка, использованная для строительства поисковых скважин № 3 и № 1 Западный Супетау, по своим техническим параметрам, в основном, соответствовала требованиям бурения до глубин 4000 м.

Параметром буровой установки, который не удовлетворял требованиям безаварийной проводки скважин, была производительность буровых насосов. В условиях значительного обваливания стенок скважины производительность буровых насосов У8-4 оказывалась недостаточной для полного выноса выбуренной и обваливающейся породы, что приводило к прихватам бурильного инструмента. Для устранения проблемы на скважине № 3 Западный Супетау были вынуждены смонтировать третий буровой насос У8-4.

Несоответствие грузоподъемности буровых установок фактическим нагрузкам, имеющим место при бурении и креплении скважин, может привести к таким крупным авариям и осложнениям как разрушение сооружений и оборудования, прихваты бурильного инструмента, нарушение процесса крепления скважин и др.

3. Конструкция поисковой скважины № 10 Восточный Супетау не соответствовала требованиям бурения до глубин 6000 м в условиях АВПД.

Проектная конструкция поисковой скважины № 10 была выбрана исходя из проектного геологического разреза структуры Восточный Супетау. По данным геофизических исследований проектом предусматривалось вскрытие верхних сумсарских слоёв палеогена в интервале 4750-4800 м, фактически, при конечной глубине 5135 м забой скважины все еще находился в неогеновых отложениях.

Это явилось одной из причин несоответствия фактической конструкции скважины фактическому геологическому разрезу [88]. Второй причиной несоответствия конструкции явилось то, что при проектировании не были учтены АВПД, которые встретились в ходе бурения скважины.

На таких опасных производственных объектах, как строительство нефтяных и газовых скважин, несоответствие проектной конструкции скважин фактическим горно-геологическим условиям проходки может привести к таким крупным авариям и осложнениям как нефтегазовые выбросы, грифоны, горящие фонтаны нефти и газа, смятия обсадных колонн, поглощения бурового раствора и др. [12,13,43].

Интервалы спуска обсадных колонн для крепления стенок скважин также выбираются, в том числе, от глубин расположения водо – газо – нефтеносных пластов и ожидаемых пластовых давлений [24].

В случае вскрытия пласта с более высоким пластовым давлением на глубинах, меньших, чем предусмотрено проектом, из-за не закрепленности ствола скважины обсадной колонной соответствующей прочности, при проявлениях и выбросах флюидов возможны повреждения предыдущей обсадной колонны [89].

В случае вскрытия пласта с более высоким пластовым давлением на глубинах, больших, чем предусмотрено проектом, часть ствола скважины от башмака колонны, спущенной по проекту, до кровли продуктивного пласта остаётся незакреплённой, что может привести к межпластовым перетокам и авариям [76].

Одним из пунктов несоответствия проектной конструкции скважины фактическим условиям проходки явилась недостаточная прочность второй промежуточной колонны диаметром 219 мм.

Конструкции поисковых скважин № 3 Западный Супетау и № 1 Западный Супетау не соответствовали требованиям бурения до 4000 м в соленосных отложениях с АВПД.

Как видно из фактической конструкции скважины № 1 Западный Супетау (см. таблицу 2.9.) одной из причин того, что скважина не была добурена до проектной глубины, явилось смятие комбинированной технической колонны диаметрами 324x273 мм в следующих интервалах: 2645 м, 2705 м, 2725 м. Причиной смятия обсадной колонны диаметром 273 мм в указанных интервалах является использование обсадных труб с толщиной стенки 9 мм из стали группы прочности Д, для которых критическое наружное давление смятия составляет всего 9,7 МПа и обсадных труб с толщиной стенки 10 мм из стали группы прочности Д, для которых критическое наружное давление смятия составляет всего 14 МПа [91]. Эти трубы не выдержали давления соленосных толщ в условиях АВПД и оказались смятыми. Попытки выпрямить диаметр колонны были безуспешными. Попытки зарезки нового ствола в интервале 2570 – 2571 м также не дали результатов, что привело к консервации, а затем и к ликвидации скважины [4-А].

4. Следующим фактором, приведшим к тому, что проектные горизонты в разведочных скважинах № 1 и № 3 Западный Супетау и в поисковой скважине № 10 Восточный Супетау вскрыты не были, явилось допущение значительных искривлений скважин.

При проходке глубоких и сверхглубоких скважин одно из обязательных условий – сохранение вертикальности её ствола. При бурении на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау особую трудность представляет достижение вертикальности стволов скважин.

Значительное искривление ствола скважины в процессе бурения приводит к следующим осложнениям и авариям, понижающим уровень промышленной безопасности работ:

- желобообразование;
- внеплановое забуривание вторых и третьих стволов;
- усиленный износ элементов бурильного инструмента;
- слом бурильных труб;
- непрохождение обсадных колонн до проектных глубин;

- повреждения обсадных колонн.

Искривление скважин возможно как при бурении забойными двигателями, так и при роторном бурении и может быть обусловлено различными факторами.

Одна группа факторов (технические) полностью зависит от организации процесса бурения, носит случайный характер и может быть устранена. К ним относятся: неправильное центрирование вышки и кронблока, наличие искривлённых труб, перекос в резьбовых соединениях бурильного инструмента, не горизонтальность стола ротора и т. п.

Целый ряд факторов не зависит от организации работ и полное исключение их в процессе бурения невозможно, а можно только принять меры по их уменьшению. К ним относятся: геологические условия разбуриваемой толщи; состояние нижней части колонны бурильных труб, обусловленное нагрузкой на долото; силы, направленные перпендикулярно оси долота и действующие при переходе из пластов с одной твёрдостью в пласты другой твёрдости при крутом залегании пластов [14].

При бурении на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау достижение вертикальности стволов скважин представляло особую трудность и, в основном, было вызвано крутыми залеганиями пластов. Например, из-за большого угла падения пластов на площади Западный Супетау, в скважине № 1 искривление ствола доходило до 19° . Приходилось дважды перебуривать ствол с целью его исправления. При достижении глубины 1349 м кривизна скважины составляла 17° и поэтому с целью выпрямления скважины были вынуждены с глубин 1100 м и 1110 м забуриться вторым и третьим стволами.

Бурение скважины до глубины 2882 м велось без особых осложнений на необработанном глинистом растворе, прихватов, обвалов, проработок не наблюдалось. Однако, при подъемах инструмента показания гидравлического индикатора веса увеличивались на 30-35 тонн против собственного веса, а при спусках происходило зависание инструмента до 25-20 тонн. Это объясняется тем, что из-за большой кривизны скважины возникают значительные силы трения бурильного инструмента о стенки скважины.

В скважине № 3 Западный Супетау также из-за большого угла падения пород имело место искривление скважины. На глубине 400 м искривление доходило до 7°. Наличие такой большой кривизны приводило к сломам бурильного инструмента при роторном бурении. С этой глубины занимались исправлением ствола скважины и, ниже, кривизна скважины держалась в пределах 0 – 3,5° [35].

При бурении на площади Восточный Супетау особую трудность также представляло достижение вертикальности стволов скважин, вызванное крутыми углами падения пород – до 60°.

В скважинах № 7 и № 9 Восточный Супетау при бурении под эксплуатационную колонну были допущены искривления стволов скважин в следующих пределах:

- в скважине № 7 до 10° в интервале 4200-4500 м;
- в скважине № 9 до 11° в интервале 4240-4500 м.

В скважине № 10 Восточный Супетау также имело место искривление ствола скважины. Бурение под вторую промежуточную колонну осуществлялось различными компоновками низов бурильного инструмента. Применение очень жестких компоновок низа и увеличение нагрузки на долото до 8-10 тонн приводило к набору кривизны 1-2° на 100 метров проходки. Поэтому нагрузку на долото не превышали 4-6 тонн, ввиду чего механическая скорость при роторном бурении была очень низкой [37].

5. Следующим фактором, приведшим к тому, что проектные горизонты в скважине № 10 Восточный Супетау и разведочных скважинах № 1 Западный Супетау и № 3 Западный Супетау вскрыты не были, явились трудности с обеспечением необходимых параметров глинистого раствора в условиях бурения мощной толщи соленосных свит при высоких пластовых температурах.

Для площадей северного борта Западной Ферганы характерно наличие мощной толщи гипсонасной и соленосной свит. В силу чего, в процессе бурения скважин основную сложность представляют отложения соленосной свиты,

характеризующиеся переслаиванием глин с обильным вкраплением соли и пропластками чистых солей и ангидритов.

В соответствии с проектным разрезом скважины № 10 Восточный Супетау, (Таблица 2.8.) соленосные свиты ожидались в интервале 3950 – 4500 м с общей мощностью 550 м. Фактически, кровля соленосных свит отмечена с глубины 3840 м и при конечном забое 5135 м подошва этих свит не была вскрыта. Только вскрытая часть соленосной свиты составляет 1295 м, что намного превышает мощность по проектному разрезу.

Соленосная свита сложена тёмно-серыми, серыми, темно-коричневыми, коричневыми глинами и алевролитами с прослойми серых и темно-серых песчаников.

В разведочных скважинах № 1 и № 3 Супетау мощность соленосных свит также превышала 1000 м.

В таких условиях бурения в скважинах № 1 и № 3 Супетау вплоть до их ликвидации не была подобрана рецептура глинистых растворов, соответствующих требованиям безаварийной проходки.

Характерной особенностью соленосной свиты является то, что при ее залегании на глубинах до 2800-3200 м, соль находится в твёрдой фазе. В этих условиях при бурении с применением пресных растворов происходит интенсивное выщелачивание соли из разреза, приводящее к значительному кавернообразованию в глинах и обвалу твердых ангидритовых прослоев. Это является основной причиной большого количества прихватов, приведших к забуриваниям новых стволов и ликвидациям скважин № 1 и № 3 Супетау.

В скважине № 10 Восточный Супетау водопроявляющий горизонт с притоком 6-10 м³ / сутки был вскрыт в интервале 3840-3843 м.

В скважине № 10 использовалась промывочная жидкость без снижения водоотдачи. Структурно-механические свойства поддерживались добавлением глинопорошков – Нефтеабадского, палыгорскитового и бентонитового. Осаждение ионов кальция производилось кальцинированной содой. Содержание нефти в растворе было максимальным – до 20 %.

Проявление пластовых вод почти не отражалось на состоянии ствола скважины. Показатели раствора по всему стволу скважины были следующими:

плотность $-1,22 - 1,34 \text{ г /см}^3$;

вязкость $- 20 - 40 \text{ сек}$;

водоотдача $- 40 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин}$;

СНС $- 40 - 60 \text{ мг / см}^2$;

РН $- 7$;

содержание нефти $- 20 \%$;

насыщение поваренной солью – полное.

При бурении скважины № 10 Восточный Супетау был учтен опыт бурения предыдущих скважин на этой площади (скважины №№ 6, 7, 8, 9 Восточный Супетау). Здесь, при прохождении соленосных свит, бурение осуществлялось на соленасыщенных глинистых растворах. Это позволило снизить интенсивность выщелачивания соли из разреза.

При бурении скважины № 10 Восточный Супетау имела место ещё одна сложность, связанная с очень высокими пластовыми температурами.

В ходе бурения скважины были выявлены аномалии пластовых температур и давлений, в значительной степени, осложнившие её проводку. В ходе проведения каротажных работ в скважине отмечались следующие пластовые температуры:

на глубине 3550 м – $190 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

на глубине 4000 м – $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

на глубине 5005 м – $220 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Многие реагенты, применяющиеся для обработки и придания раствору необходимых для нормального бурения свойств, при таких температурах теряли свои свойства, что приводило к ухудшению качества раствора.

6. Низкая геофизическая изученность разреза при бурении в условиях очень высоких пластовых температур.

Геофизическими исследованиями, проведёнными в скважине № 10 Восточный Супетау в августе 1976 года, при забое 5005 м, отмечена температура в 220 °С.

Не все геофизические приборы, имевшиеся в то время, могли быть использованы при таких высоких температурах. Работоспособными оставались лишь приборы КСП, гамма каротажа (ГК), нейтронного гамма каротажа (НГК), каверномеры-профилемеры и инклинометры [11]. Все остальные виды обязательного комплекса каротажей не могли быть произведены из-за отсутствия термостойких приборов, способных работать при таких высоких температурах [15-А].

3.2. Разработка способа монтажа буровых установок на сборно-разборных фундаментных блоках

Строительство буровых установок, монтаж агрегатов и оборудования непосредственно на поверхности площадок без сооружения фундаментов невозможно вследствие того, что поверхностные грунты не выносят нагрузки, возникающие в процессе работы сооружений и агрегатов. Кроме того, при строительстве и монтаже между наземным сооружением, агрегатом и основаниями грунта требуется промежуточное сооружение для закрепления указанных металлоконструкций и агрегатов.

Фундамент является опорой для строящегося сооружения и на него передаются все возникающие в процессе работы статические и динамические усилия. Фундаменты должны удовлетворять следующим требованиям: удельная нагрузка на грунт не должна быть больше допустимой для данной породы; масса фундамента должна быть достаточной для поглощения статических, динамических, вибрационных нагрузок и опрокидывающих моментов; габаритные размеры и конструкция фундамента с подышечным основанием должны позволять установку противовывбросового оборудования.

Значительная масса буровой установки (основное оборудование установки «Уралмаш – 4Э-76» имеет массу более 220 тонн) и большие нагрузки, имеющие

место при креплении скважин (около 300 тонн) требуют сооружения мощных фундаментов [2].

Ранее под каждую буровую установку сооружался бутобетонный фундамент разового пользования. Отрывались траншеи, забутовывались камнем, устанавливалась опалубка и заливалась цементным раствором. При сооружении таких фундаментов затрачивалось много средств и ручного немеханизированного труда. По окончании строительства скважины, фундаменты оставались в земле, а на пахотных землях приходилось их вырывать, дробить на части и вывозить в специально отведённые места [18-А].

Для сокращения вредного влияния фундаментов на плодородные земли и повышение уровня механизации работ были проведены соответствующие расчёты и подготовлены чертежи сборно-разборных железобетонных фундаментных блоков многократного пользования для буровых установок «Уралмаш – 4Э-76» и «Уралмаш – 3Д-76» [8,17]. Блоки были изготовлены на Исфаринском и Канибадамском заводах железобетонных изделий и уже в течение нескольких лет используются ОАО «Сугднафтугаз» [7-А,18-А].

Предлагаемый способ применяется при монтаже буровых установок для глубокого и сверхглубокого бурения скважин.

Основание буровой установки (рисунок 3.1.) смонтировано на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования. На рисунке 3.2. показана схема установки железобетонных фундаментных блоков.

Процесс сооружения фундаментов сводится к планировке территории, отсыпке песчаной подушки, установке фундаментных блоков 1 грузоподъёмными механизмами и стяжке стоков цементным раствором. По окончании строительства скважины, блоки извлекаются и перевозятся на новую точку строительства.

Основание вышечного блока представляет собой двухъярусную металлоконструкцию, основой которой являются две опорные фермы 2,

установленные на железобетонные фундаментные блоки. На опорных фермах установлены две основные фермы (правая и левая) 3.

В верхнем ярусе правая и левая основные фермы связаны между собой двумя подроторными балками 4 и подлебёдочной фермой (на рисунке не показана), находящейся за подроторными балками [18-А].

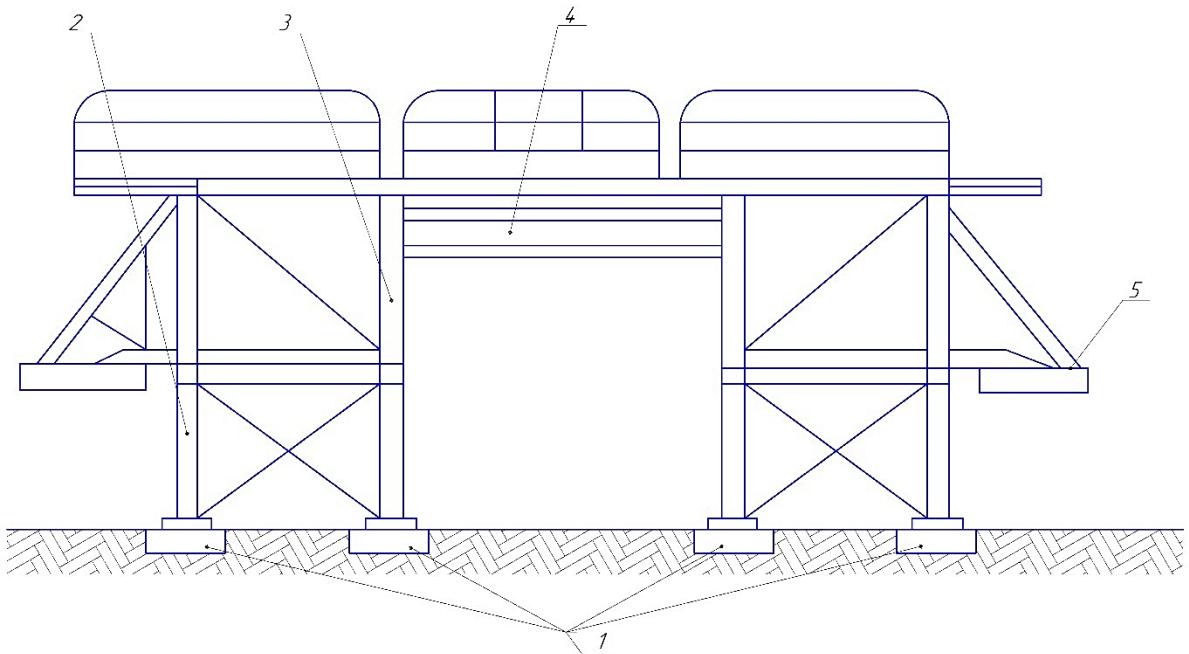


Рисунок 3.1. - Основание буровой установки
1 – фундаментные блоки; 2 – опорная ферма; 3 – основная ферма; 4 – подроторные балки; 5 – несущие кронштейны

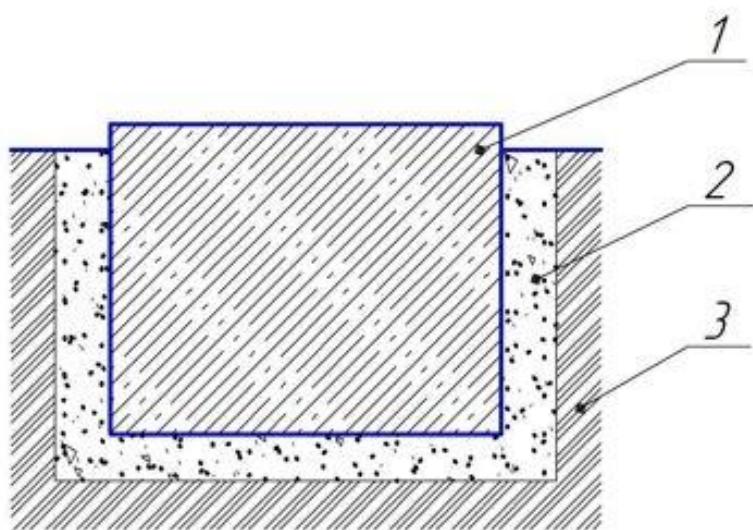


Рисунок 3.2. Схема установки железобетонных фундаментных блоков
1 – блок железобетонный; 2 – песок;
3 – грунт естественный

К основным фермам прикреплены два несущих кронштейна 5, предназначенные для крупноблочной перевозки вышечного блока.

Все статические, динамические, вибрационные нагрузки и опрокидывающие моменты, возникающие в процессе бурения и спуско -подъёмных операций, через опорные фермы передаются на фундаментные блоки, а через плоскость подошвы фундамента – на грунт.

Крупноблочные фермы основания монтируются на фундаментных блоках (рисунок 3.2.) без дополнительного крепления.

Блоки армированы арматурной сталью диаметрами 18 и 12 мм, и изготавливаются двух типоразмеров: 900 x 750 x 4000 мм и 900 x 750 x 3000 мм [68,69]. Для удобства погрузочно-разгрузочных и монтажных работ в них имеются петли из металлопроката круглого сечения [18-А].

С внедрением сборно-разборных фундаментов комплексно решен ряд вопросов:

1. сокращены затраты на строительство фундаментов и рекультивацию земель;
2. ликвидирована практика оставления в земле бутобетонных фундаментов;
3. сокращена доля ручного труда;
4. сокращены сроки строительства буровых установок.

Соискателем в соавторстве получен малый патент на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования» [7-А,18-А,117].

3.2.1. Расчет фундамента под основание буровой вышки по несущей способности грунтов

Под действием внешних сил на несущую поверхность грунтов в них возникают внутренние напряжения, которые сопротивляются стремлению внешних сил разрушить грунт, изменить его форму, отделить одну часть от другой. Существуют три стадии деформации грунтов: уплотнение (осадки), сдвиги и разрушения [85].

Нагрузка на несущую поверхность грунта не должна вызывать в нем напряжения, при которых образуются недопустимые для сооружений осадки или сдвиги. Осадки грунтов могут привести к разрушению сооружения, а сдвиги — к потере несущей способности основания грунтов и устойчивости сооружения.

При проектировании фундамента под основание буровой вышки деформации грунтов под его подошвой не должны превышать предельно допустимых для нормальной ее эксплуатации, а несущая способность грунта должна быть достаточной, чтобы не происходили потеря устойчивости или разрушение несущей поверхности грунтов [26].

Цель расчета грунтов по несущей способности — это есть обеспечение прочности и устойчивости грунтов, а также недопущения сдвига фундаментов по подошве и его опрокидывания. В результате расчета определяется площадь подошвы фундамента (площадь несущей поверхности грунта), а затем размеры фундаментов сооружения (длина, ширина) [4]. На рисунке 3.3. представлена схема расположения сборно-разборных железобетонных блоков под основанием буровой установки [18-А].

Расчет грунтов по несущей способности проводится, исходя из условия

$$Q_{\Phi} \leq (k \cdot \Phi - S \cdot \rho \cdot h \cdot g) / n \quad (3.1)$$

где Q_{Φ} — максимальная нагрузка на фундамент вышки, Н;

Φ — сила предельного сопротивления (несущая способность) грунта, Н;

n — коэффициент запаса, принимаемый не менее 1,2;

k — коэффициент условий работы, принимаемый для скальных грунтов и песков 1,0, для пылеватых и глинистых грунтов 0,85;

S — площадь подошвы фундамента, m^2 ;

ρ — плотность материала фундамента, kg/m^3 (2400);

h — высота фундамента, м;

g — ускорение свободного падения, 9,81 m/s^2 .

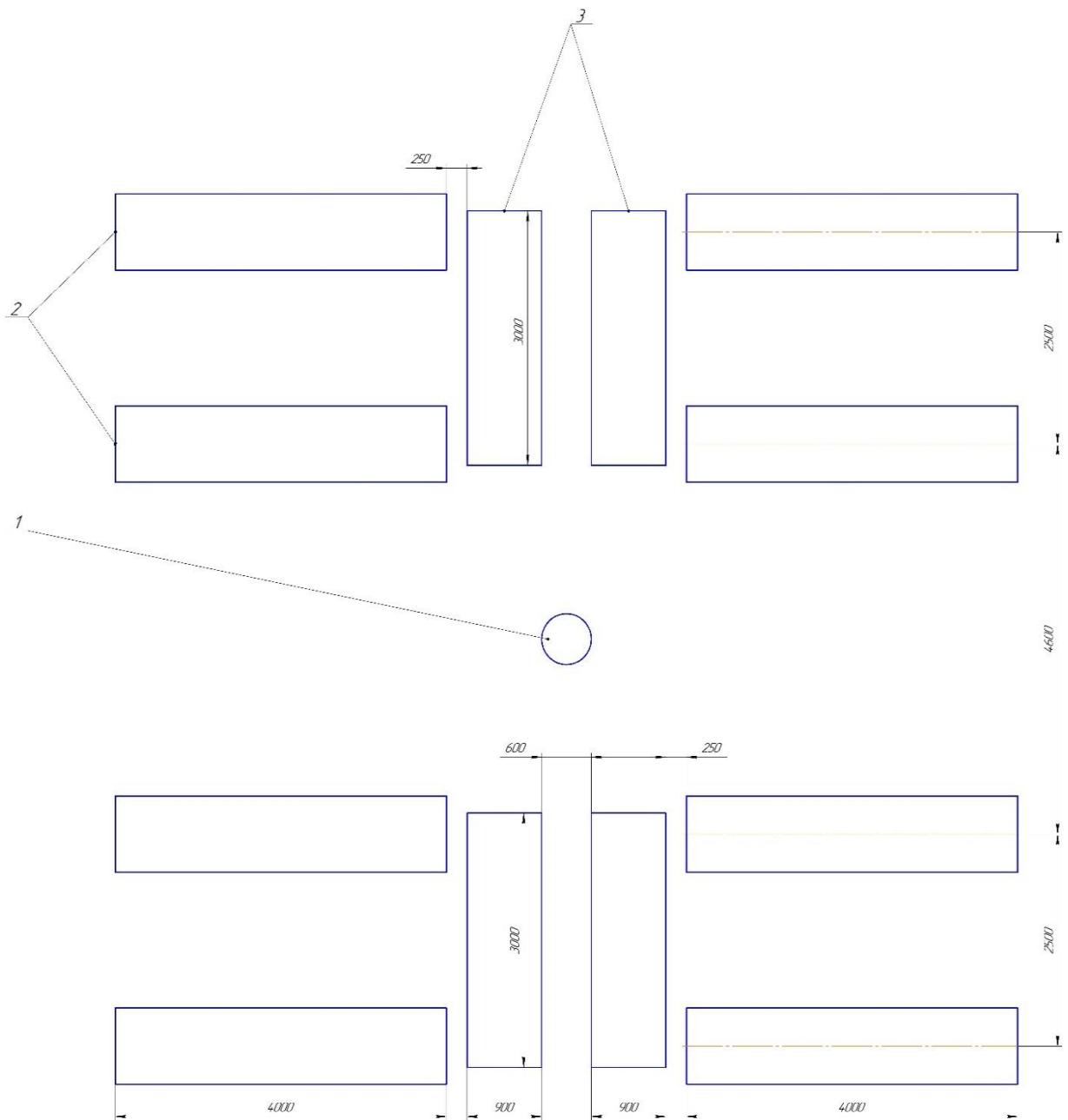


Рисунок 3.3. - Схема расположения сборно-разборных железобетонных блоков под основанием буровой установки

1 – устье скважины; 2 – фундаментные блоки 900 x 750 x 4000 мм; 3 – фундаментные блоки 900 x 750 x 3000 мм.

В настоящее время для бурения сверхглубоких скважин по всем технико-экономическим показателям наиболее приемлемыми являются буровые установки модели ZJ70/4500 производства Китайской Народной Республики, техническая характеристика которых приведена в таблице 4.2.

Для этой установки, величина расчетной максимальной нагрузки от буровой вышки на фундамент Q_Φ , которая является одним из главных параметров при расчёте фундаментов сооружений бурового оборудования, может быть найдена по формуле

$$Q_\Phi = G_{\max} \cdot n_1 + G_{\text{ном}} \cdot n_1 + G_B \cdot n_2 + G_{\text{об}} \cdot n_2 + G_o \cdot n_2 + P_{\text{хв}} + P_{\text{нв}}, \quad (3.2)$$

где Q_Φ - наибольшая нагрузка от вышки на фундамент ;

G_{\max} - максимальная грузоподъемность буровой установки, $G_{\max} = 4500 \text{ кН}$;

$G_{\text{ном}}$ - грузоподъемность номинальная, $G_{\text{ном}} = 2100 \text{ кН}$;

$G_{\text{об}}$ - вес оборудования вышечного блока, $G_{\text{об}} = 800 \text{ кН}$;

G_o – вес основания, $G_o = 230 \text{ кН}$;

$P_{\text{хв}}$ – максимальное натяжение ходовой ветви талевого каната, $P_{\text{хв}} = 420 \text{ кН}$;

$P_{\text{нв}}$ – максимальное натяжение неподвижной ветви талевого каната;

$P_{\text{нв}} = 390 \text{ кН}$;

n_1, n_2 - коэффициенты динамических перегрузок, принимаемых в пределах 1,05 - 1,3.

Максимальная нагрузка от буровой вышки на фундамент составляет

$$\begin{aligned} Q_\Phi &= G_{\max} \cdot n_1 + G_{\text{ном}} \cdot n_1 + G_B \cdot n_2 + G_{\text{об}} \cdot n_2 + G_o \cdot n_2 + P_{\text{хв}} + P_{\text{нв}} = \\ &= 4500 \cdot 1,05 + 2100 \cdot 1,05 + 262 \cdot 1,07 + 800 \cdot 1,07 + 230 \cdot 1,07 + 420 \cdot 1,07 + 390 \\ &\cdot 1,07 = 9179 \text{ кН} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Несущая способность оснований, сложенных полускальными грунтами Φ , независимо от глубины заложения фундамента определяется по формуле

$$\Phi = \sigma_{\text{сж}} \cdot S, \text{Н} \quad (3.4)$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ - экспериментальное значение предела прочности на одноосное сжатие образцов полускального грунта (в водонасыщенном состоянии), Па.

Для полускальных грунтов очень низкой прочности, из которых, в основном, сложена поверхность площади проведения работ, $\sigma_{\text{сж}} = 0,75 \text{ Мпа}$ (ГОСТ 25100-2020).

Необходимая площадь подошвы фундамента,

$$\begin{aligned} S &\geq Q_\Phi \cdot n / (k \cdot \sigma_{\text{сж}} - \rho \cdot h \cdot g) = 9179 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 750000 \text{ Па} - 2400 \\ &\text{кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 18,03 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (3.5)$$

С учётом того, что площадь железобетонных сборно-разборных фундаментных блоков под вышечным блоком составляет $39,6 \text{ м}^2$, несущая способность грунтов более чем в два раза превышает необходимую.

Для разработки графика зависимости запаса несущей способности полускальных грунтов от площади фундамента рассчитываем необходимую площадь фундамента при нагрузках 12100 кН и 14500 кН.

$$S \geq Q_F \cdot n / (k \cdot \sigma_{cjk} - \rho \cdot h \cdot g) = 12100 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 750000 \text{ Па} - 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 23,8 \text{ м}^2 \quad (3.6)$$

$$S \geq Q_F \cdot n / (k \cdot \sigma_{cjk} - \rho \cdot h \cdot g) = 14500 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 750000 \text{ Па} - 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 28,49 \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

В прилагаемой таблице 3.1. приведены коэффициенты несущей способности полускальных грунтов при различных нагрузках на фундамент.

Таблица 3.1. – Коэффициенты несущей способности полускальных грунтов при различных нагрузках на фундамент

Максимальная нагрузка на фундамент, кН	Требуемая площадь фундамента, м ²	Коэффициент несущей способности грунта с учетом площади фундаментных блоков 39,6 м ²
9179	18,03	2,16
12100	23,8	1,66
14500	28,49	1,40

По полученным данным построены графики зависимости коэффициента несущей способности (K_{hc}) полускальных грунтов от площади фундамента (S) (рисунок 3.4).

С учетом того, что в районе работ на поверхности встречаются и супеси, производим такой же расчет при $\sigma_{cjk} = 0,50 \text{ Мпа}$ (ГОСТ 25100-2020).

В этом случае, необходимая площадь подошвы фундамента,

$$S \geq Q_F \cdot n / (k \cdot \sigma_{cjk} - \rho \cdot h \cdot g) = 9179 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 500000 \text{ Па} - 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 27,24 \text{ м}^2 \quad (3.8)$$

$$S \geq Q_F \cdot n / (k \cdot \sigma_{cjk} - \rho \cdot h \cdot g) = 12100 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 500000 \text{ Па} - 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 36,14 \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

$$S \geq Q_F \cdot n / (k \cdot \sigma_{cjk} - \rho \cdot h \cdot g) = 14500 \text{ кН} \cdot 1,22 / (0,85 \cdot 500000 \text{ Па} - 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,7 \text{ м} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2) = 43,3 \text{ м}^2 \quad (3.10)$$

В прилагаемой таблице 3.2. приведены коэффициенты несущей способности супесей при различных нагрузках на фундамент.

Таблица 3.2. – Коэффициенты несущей способности супесей при различных нагрузках на фундамент

Максимальная нагрузка на фундамент, кН	Требуемая площадь фундамента m^2	Коэффициент несущей способности грунта с учетом площади фундаментных блоков $39,6 m^2$
9179	27,24	1,45
12100	36,14	1,10
14500	43,3	0,91

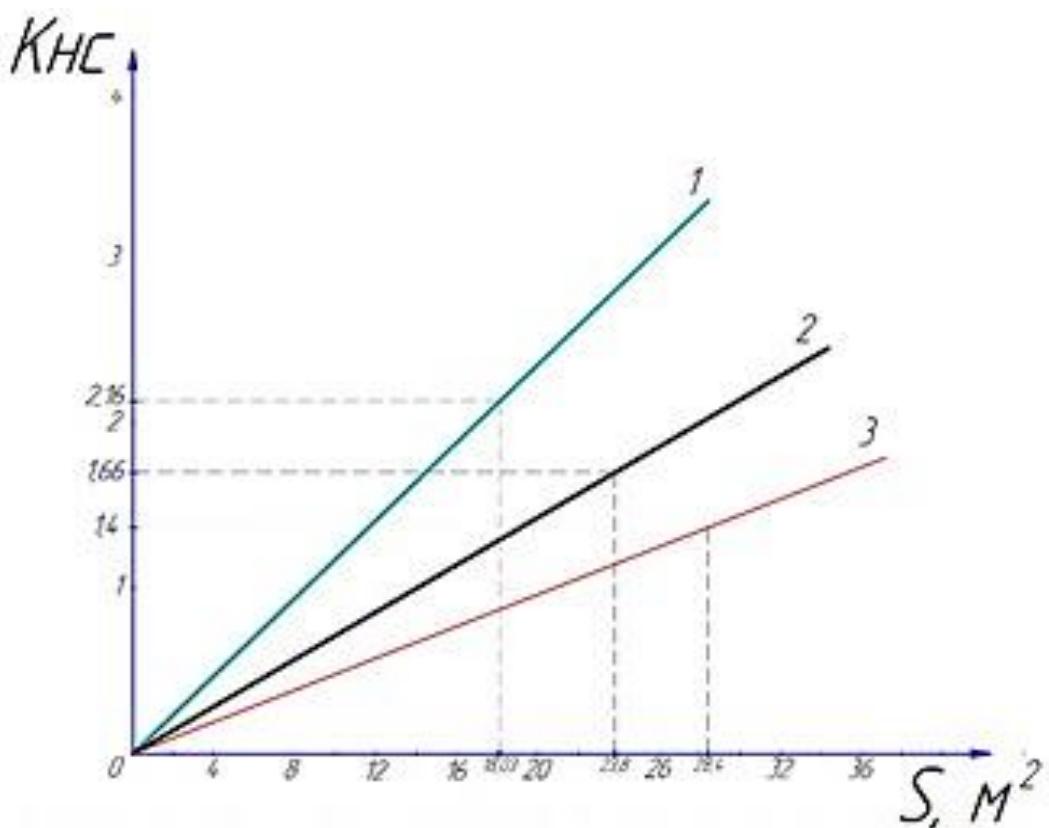


Рисунок 3.4. – Графики зависимости коэффициента несущей способности (K_{nc}) полускальных грунтов от площади подошвы фундамента (S)
 1 – при максимальной нагрузке на фундамент 9179 кН;
 2 – при максимальной нагрузке на фундамент 12100 кН;
 3 – при максимальной нагрузке на фундамент 14500 кН;

По полученным данным построены графики зависимости коэффициента несущей способности (K_{nc}) супесей от площади фундамента (S) (рисунок 3.5).

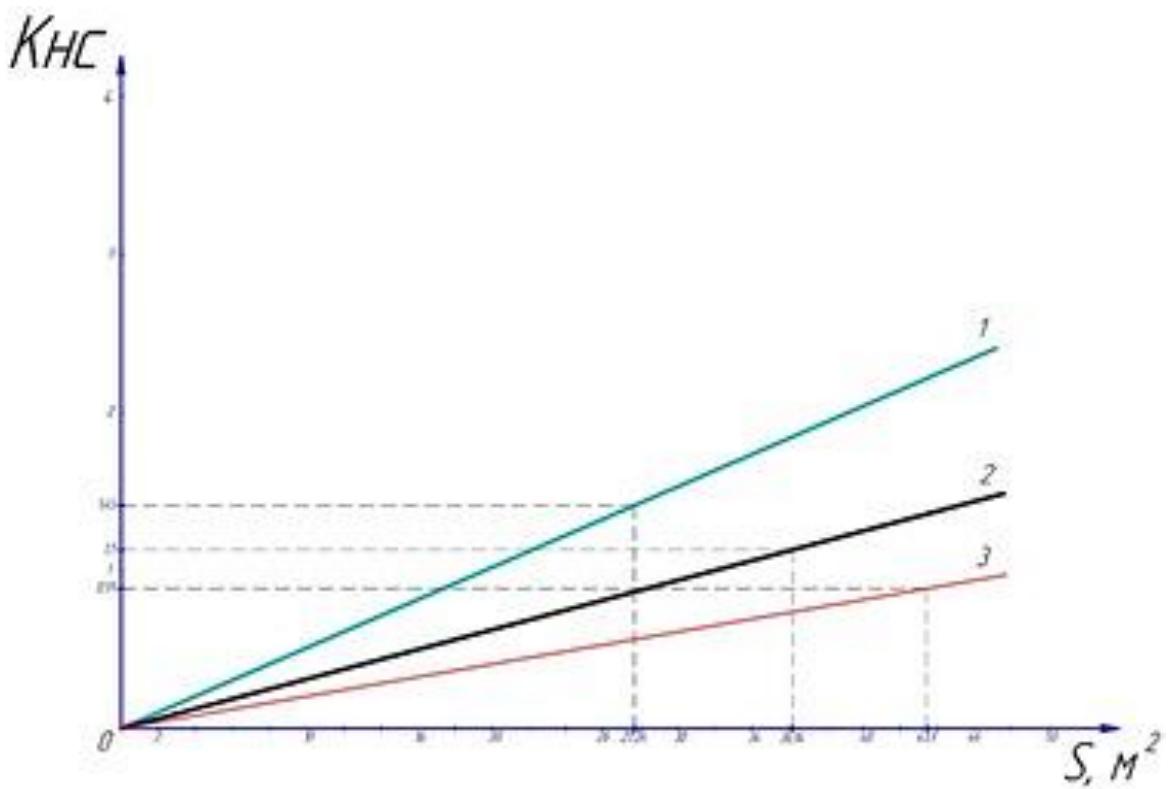


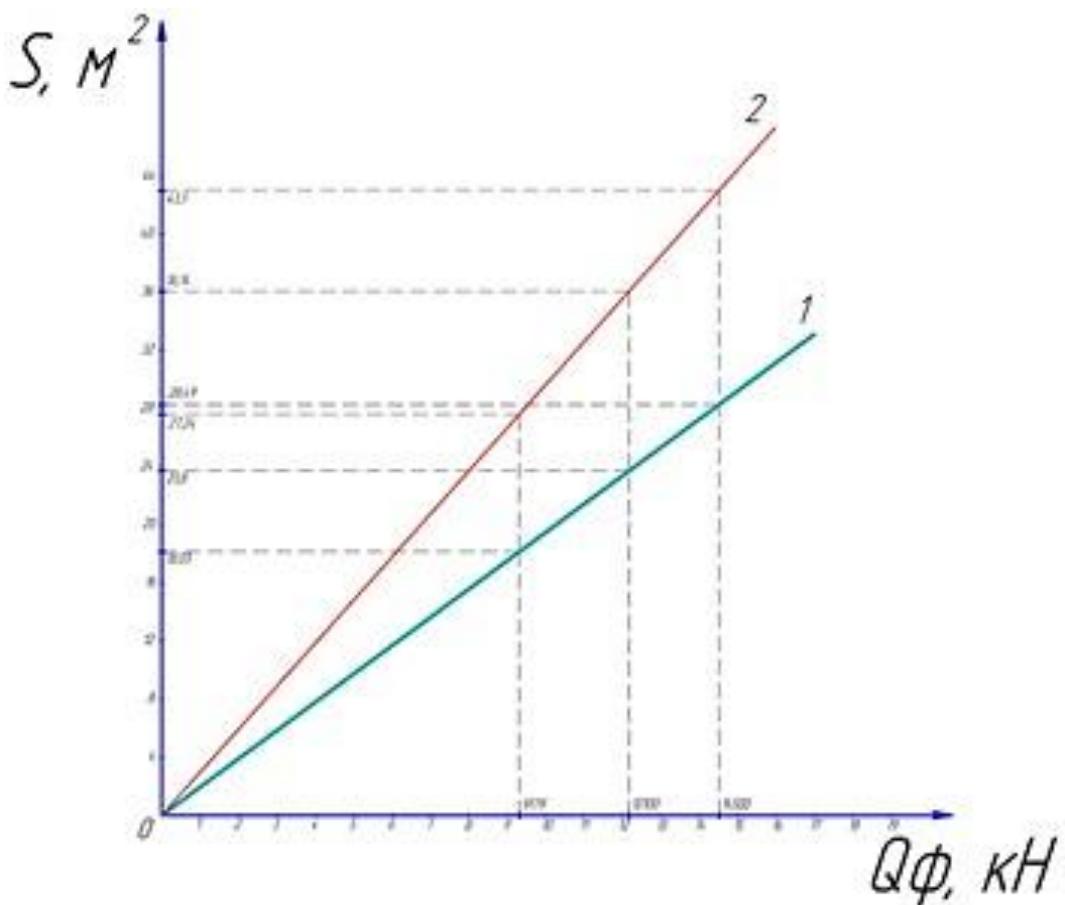
Рисунок 3.5. – Графики зависимости коэффициента несущей способности (K_{nc}) супесей от площади подошвы фундамента (S)

- 1 – при максимальной нагрузке на фундамент 9179 кН;
- 2 – при максимальной нагрузке на фундамент 12100 кН;
- 3 – при максимальной нагрузке на фундамент 14500 кН;

Из приведенных расчетов и графиков следует, что для полускальных грунтов предложенный блочный фундамент может быть использован при всех указанных нагрузках (9179 кН, 12100 кН и 14500 кН), т. к. коэффициент несущей способности грунтов составляет не менее 1,4.

Для супесей предложенный блочный фундамент может быть использован только при нагрузках до 9179 кН, т. к. при нагрузках 12100 кН и 14500 кН, коэффициент несущей способности грунтов составляет менее 1,4.

На основе выполненных работ, для практического использования при строительстве буровых установок для сверхглубокого и глубокого бурения в условиях Таджикистана составлены прилагаемые графики зависимости площади подошвы сборно-разборных железобетонных фундаментных блоков многократного пользования (S) от максимальных нагрузок (Q_{ϕ}) для полускальных грунтов и для супесей (рисунок 3.6).



1 – для полускальных грунтов; 2 – для супесей

Рисунок 3.6. – Графики зависимости площади подошвы фундамента (S) от максимальных нагрузок (Q_φ) для полускальных грунтов и для супесей

3.2.2. Расчет конструкции буровой вышки на стойкость

Характеристика вышки – выдерживаемая нагрузка, вес, емкость хранилищ для свечей бурильных труб, размеры оснований, длина свечи, высота. Выдерживаемая нагрузка, это наибольшая статическая нагрузка. Вышка испытывает переменные и постоянные нагрузки.

Расчет нагрузки от ветра на вышку ВБ53х320

Нагрузки от ветра определяются как

$$Q_v = c \cdot S \cdot p \cdot m \cdot q \quad (3.11)$$

где $q = V^2/1,6$ - скоростной напор; V -скорость ветра. Максимальный ветровой напор изменяется от 270 до 1000 Па. для расчета вышек значения ветрового напора принимаются равными 700 Па для нерабочего состояния и 250 Па для рабочего состояния [26].

c - коэффициент увеличения напора с высотой

При высоте над поверхностью земли 10 м – с равно 1,0; 20 м – 1,25; 40 м – 1,55; 100 м – 2,1.

p - коэффициент пульсации давления ветра: **p** = 2.

S - вертикальная проекция панели вышки.

S = **j** • **F**, где **j** - заполняемость панели (закрытая часть - **j** = 1, открытая - **j** = 0,15-0,2), **F** – площадь.

m – коэффициент аэрогидродинамический: для угольников **m** = 1,4; для труб **m** = 1,0.

С учётом того, что буровая вышка типа ВБ53х320 состоит из девяти секций на разных уровнях, определяем ветровую нагрузку для каждой секции. Нагрузка от ветра на секцию вышки

$$Q_i = c_i \cdot S_i \cdot p \cdot m_i \cdot q \quad (3.12)$$

Для первой секции

$$Q_1 = q \cdot c_1 \cdot p \cdot S_1 \cdot m = 700 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot (9,2 \cdot 4,2 + 0,4 \cdot 4,2) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 56,5 \text{ кН};$$

Для второй секции

$$Q_2 = q \cdot c_2 \cdot p \cdot S_2 \cdot m = 700 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot (8,2 \cdot 6,1 + 0,5 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 1,1 \text{ кН};$$

Для третьей секции

$$Q_3 = q \cdot c_3 \cdot p \cdot S_3 \cdot m = 700 \cdot 1,14 \cdot 2 \cdot (7,2 \cdot 6,1 + 0,5 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 11,2 \text{ кН};$$

Для четвёртой секции

$$Q_4 = q \cdot c_4 \cdot p \cdot S_4 \cdot m = 700 \cdot 1,30 \cdot 2 \cdot (6,2 \cdot 6,1 + 0,5 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 11,1 \text{ кН};$$

Для пятой секции, нижняя часть которой обшита до высоты 2,1 м, ветровая нагрузка состоит из двух частей $Q_{5/1}$ и $Q_{5/2}$

$$Q_5 = Q_{5/1} + Q_{5/2} = q \cdot c_5 \cdot p \cdot S_{5/1} \cdot m + q \cdot c_5 \cdot p \cdot S_{5/2} \cdot m = 700 \cdot 1,34 \cdot 2 \cdot (6,2 \cdot 2,1 - 0,5 \cdot 6,1) \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 700 \cdot 1,34 \cdot 2 \cdot (5,2 \cdot 4,0 + 0,4 \cdot 4) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 25 \text{ кН};$$

Для шестой секции

$$Q_6 = q \cdot c_6 \cdot p \cdot S_6 \cdot m = 700 \cdot 1,45 \cdot 2 \cdot (4,2 \cdot 6,1 + 0,5 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 8,9 \text{ кН};$$

Для седьмой секции, нижняя часть которой обшита до высоты 2,1 м, ветровая нагрузка состоит из двух частей $Q_{7/1}$ и $Q_{7/2}$

$$\begin{aligned}
 Q_7 = Q_{7/1} + Q_{7/2} &= q \cdot c_7 \cdot p \cdot S_{7/1} \cdot m + q \cdot c_7 \cdot p \cdot S_{7/2} \cdot m = 700 \cdot 1,50 \cdot 2 \cdot (4,2 \cdot \\
 &\cdot 2,1 - 4,0 \cdot 0,3) \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 700 \cdot 1,50 \cdot 2 \cdot (3,6 \cdot 4,0 + 0,3 \cdot 4,0) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = \\
 &= 20,9 \text{ кН};
 \end{aligned}$$

Для восьмой секции

$$Q_8 = q \cdot c_8 \cdot p \cdot S_8 \cdot m = 700 \cdot 1,58 \cdot 2 \cdot (2,6 \cdot 6,1 + 0,5 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 6,3 \text{ кН};$$

Для девятой секции

$$\begin{aligned}
 Q_9 = q \cdot c_9 \cdot p \cdot S_9 \cdot m &= 700 \cdot 1,63 \cdot 2 \cdot (2,0 \cdot 6,1 + 0,3 \cdot 6,1) \cdot 0,15 \cdot 1,0 = 4,8 \\
 \text{кН.}
 \end{aligned}$$

Нагрузка на вышку от ветра

$$Q_B = \Sigma Q_1 + \dots + Q_9 = 155,8 \text{ кН.} \quad (3.13)$$

Эпюры нагрузки от ветра показаны на рисунке 3.7.

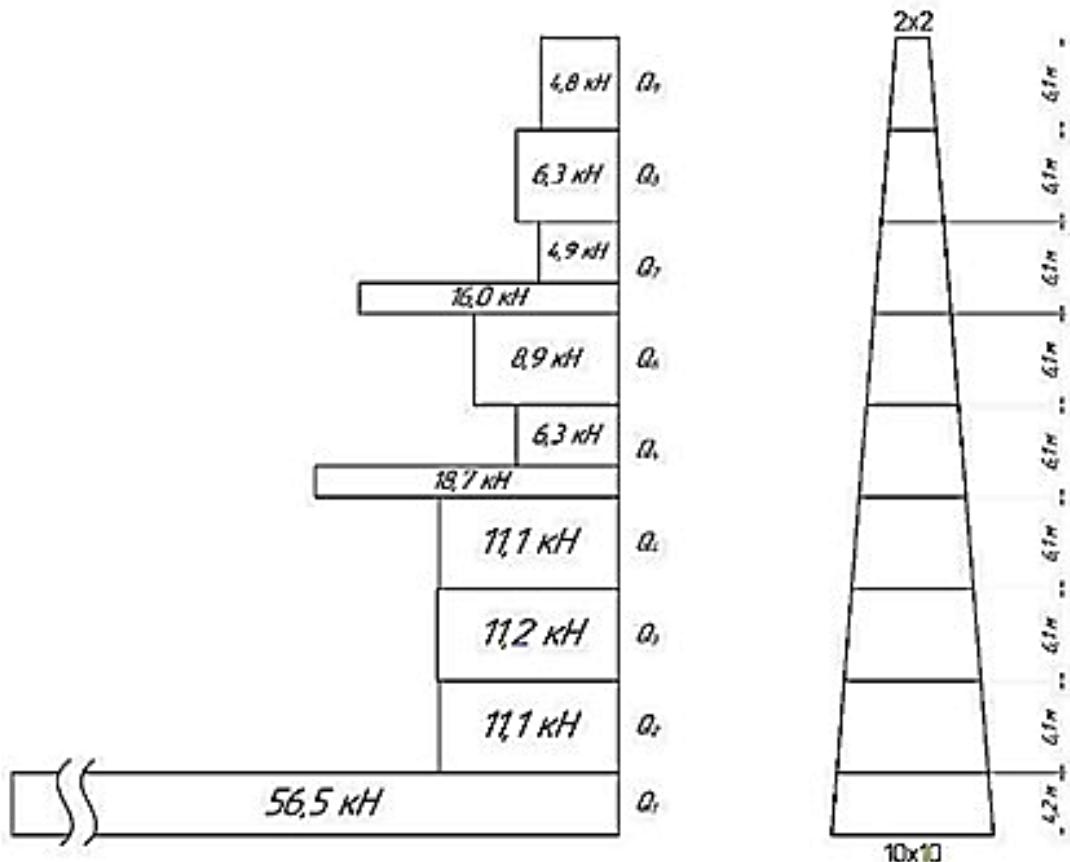


Рисунок 3.7 – Эпюры нагрузки от ветра

Нагрузка горизонтальная от свечей

Нагрузка горизонтальная от свечей

$$G_{\text{св.г}} = \frac{G_{\text{св}}}{2} \cdot \operatorname{tg} \gamma, \quad (3.14)$$

где $G_{\text{св}}$ – нагрузка от свечей; γ – угол наклона свечей ($\gamma = 2 - 4^\circ$) [19].

Нагрузка от свечей

$$G_{\text{св}} = q \cdot l \cdot n, \quad (3.15)$$

где q – вес 1 п. м. бурильной трубы, кг / м; l – длина свечи, м; n – количество свечей, шт;

При бурении скважины глубиной 5000 м на площади Западный Супетау при средней длине свечи 32,5 м необходимы 153 свечи. Вертикальная нагрузка от бурильной колонны

$$G_{\text{св}} = q \cdot l \cdot n = 320 \text{ Н / м} \cdot 32,5 \text{ м} \cdot 153 = 1591,2 \text{ кН.}$$

Нагрузка горизонтальная от свечей

$$G_{\text{св.г}} = \frac{G_{\text{св}}}{2} \cdot \operatorname{tg} \gamma = \frac{1591,2}{2} \cdot \operatorname{tg} 3^\circ = 41,7 \text{ кН.}$$

Нагрузка от ветра на свечи

Искомая нагрузка

$$Q_{\text{вс}} = F \cdot c \cdot p \cdot m \cdot q, \quad (3.16)$$

где F – площадь бурильных труб, на которую действует ветровая нагрузка, м^2 .

$$F = k \cdot l_{\text{св}}^* \cdot d$$

где k – число свеч в ряду; $l_{\text{св}}^*$ – длина свечи, подвергаемая действию ветровой нагрузки; d – диаметр бурильной трубы, м;

$$F = k \cdot l_{\text{св}}^* \cdot d = 15 \cdot 18,3 \cdot 0,114 = 31,3 \text{ м}^2$$

Нагрузка от ветра на свечи

$$Q_{\text{вс}} = q \cdot c \cdot p \cdot m \cdot F = 700 \cdot 1,25 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 31,3 = 54,78 \text{ кН.}$$

Определение горизонтальной составляющей от усилия натяжения ходового и неподвижного конца талевого каната

Усилия натяжения ходового и неподвижного конца талевого каната определяются по формуле

$$S_{\text{хк}} = S_{\text{нк}} = \frac{(P_{\text{доп}} + G_{\text{тс}})}{i_{\text{тс}}}, \quad (3.17)$$

где $P_{\text{доп}}$ – допускаемая нагрузка на крюке, кН; $G_{\text{тс}}$ – вес подвижных частей талевого механизма, кН; $i_{\text{тс}}$ – удвоенное число шкивов талевого блока [18].

Для буровой установки допускаемая нагрузка на крюке 4500 кН, вес подвижных частей талевого механизма 90 кН, число шкивов талевого блока – 6.

$$S_{\text{хк}} = S_{\text{нк}} = \frac{(P_{\text{доп}} + G_{\text{тс}})}{i_{\text{тс}}} = \frac{(4500 + 90)}{12} = 382 \text{ кН}$$

Горизонтальная часть натяжения концов талевого каната

$$P_{\text{г хк}} = P_{\text{хк}} \cdot \sin \gamma^\circ = 382 \cdot 0,0523 = 19,9 \text{ кН.}$$

Расчет вышки на сопротивляемость опрокидыванию

Момент, при котором возможно падение вышки

$$M_{\text{опр}} = G_{\text{св.г}} \cdot h_{\text{п}} + Q_{\text{вс}} \cdot h_{\text{в}} + Q_{\text{в}} \cdot h, \quad (3.18)$$

где $G_{\text{св.г}}$ - часть нагрузки от свечей, кН; $h_{\text{п}}$ – расстояние до пальца вышки, м; $Q_{\text{вс}}$ - нагрузка от ветра, кН; $h_{\text{в}}$ – расстояние до центра нагрузки от ветра, м, $Q_{\text{в}}$ - нагрузка на вышку от ветра, кН; h – среднее расстояние действия ветра, м;.

h - среднее расстояние действия ветра

$$h = \frac{1}{3} H \cdot \left(\frac{B+2a}{B+a} \right) = \frac{1}{3} 53 \cdot \left(\frac{10+2,6}{10+2,6} \right) = 21,3 \text{ м}$$

где a ; B ; H - размеры верхнего, нижнего оснований вышки и высота вышки;

$h_{\text{п}}$ - высота от подсвечника до пальца;

$h_{\text{в}}$ - расстояние до центра нагрузки от ветра;

$$h_{\text{в}} = h_1 + \frac{h_{\text{н}} - h_1}{2} = 4,2 + \frac{22,5 - 4,2}{2} = 13,35 \text{ м}$$

где h_1 - высота нижней обшивки

$$M_{\text{опр}} = Q_{\text{в}} \cdot h + G_{\text{св.г}} \cdot h_{\text{п}} + Q_{\text{вс}} \cdot h_{\text{в}} = 41,7 \text{ кН} \cdot 22,5 \text{ м} + 54,78 \text{ кН} \cdot 13,35 \text{ м} + 155,8 \text{ кН} \cdot 21,3 \text{ м} = 4989 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Момент стойкости вышки к опрокидыванию

$$M_{\text{yb}} = (G_{\text{в}} + G_{\text{осн}} + G_{\text{обор}}) \cdot l = l \cdot (G_{\text{обор}} + G_{\text{осн}} + G_{\text{в}}), \quad (3.19)$$

где l – плечо опрокидывания, м, $G_{\text{обор}}$ – вес вышечного оборудования, кН; $G_{\text{осн}}$ – вес основания, кН; $G_{\text{в}}$ – вес вышки, кН.

$$M_{\text{yb}} = (G_{\text{в}} + G_{\text{осн}} + G_{\text{обор}}) \cdot l = (381,5 + 340 + 516,2) \cdot 5,0 = 6188,5 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для обеспечения устойчивости вышки необходимо соблюдение условия

$$\eta = \frac{M_{ув}}{M_{опр}} = 1,15 - 1,20, \quad (3.20)$$

где η – коэффициент запаса устойчивости.

В нашем случае

$$\eta = \frac{M_{ув}}{M_{опр}} = \frac{6188,5 \text{ кН} \cdot \text{м}}{4989 \text{ кН} \cdot \text{м}} = 1,24, \text{ что является положительным показателем.}$$

3.2.3. Снижение отрицательного воздействия вибрации на здоровье работающих

Еще одним из преимуществ монтажа буровых установок на сборно-разборных фундаментных блоках является снижение уровня вибрации и шума при строительстве скважин.

Для работников буровых бригад в основном действует общая низкочастотная и среднечастотная вибрации [39,72].

Производственными источниками вибрации и шума являются вращение бурового инструмента ротором, изменения нагрузки на долото, вращение барабана буровой лебедки, работа автоматического ключа бурового (АКБ), работа компрессоров, динамические нагрузки при подъеме и спуске инструмента, динамические изменения давления бурового раствора при его циркуляции, работа вибросита и т. п. [4,45].

Вибрация обладает значительной биологической активностью [25,60,61].

При применении сборно-разборных железобетонных фундаментных блоков демпфирование оснований достигается за счёт использования вибродемпфирующих засыпок в виде сухого песка.

В Закрытом акционерном обществе «Суднафтугаз» проведены замеры вибрации на установках, смонтированных на одноразовых бутобетонных фундаментах и на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования. Измерение вибрации производилось виброметром Вибротест – МГ 4. В результате проведенных исследований установлено, что на буровой смонтированной на одноразовых бутобетонных фундаментах, при роторном способе бурения, отмечались следующие уровни вибрации:

- на рабочих местах вышечного блока во время бурения - до 133 дБ;

- на рабочих местах вышечного блока при спуско-подъемных операциях - до 141 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при работе автоматического бурового ключа АКБ-3 - до 109 дБ;
- на рабочих местах в проходах у силовых агрегатов - до 129 дБ;
- на рабочих местах у вибросита - до 141 дБ.

На буровой с роторным способом бурения, смонтированной на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек, отмечались следующие уровни вибрации:

- на рабочих местах вышечного блока во время бурения - до 121 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при спуско-подъемных операциях - до 132 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при работе автоматического бурового ключа АКБ-3 - до 102 дБ;
- на рабочих местах в проходах у силовых агрегатов - до 117 дБ;
- на рабочих местах у вибросита - до 141 дБ.

В связи с отсутствием буровых установок с дизельным приводом, произвести замеры на установке, осуществляющей дизельное бурение, не удалось.

По результатам исследований составлена диаграмма уровней вибрации в различных зонах буровой установки «Уралмаш – 4Э – 76», смонтированной на бутобетонных фундаментах и такой же установки, смонтированной на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек (рисунок 3.8.).

3.2.4. Снижение отрицательного воздействия шума на здоровье работающих

Ещё одним из преимуществ монтажа буровых установок на сборно-разборных фундаментных блоках является снижение уровня шума при строительстве скважин.

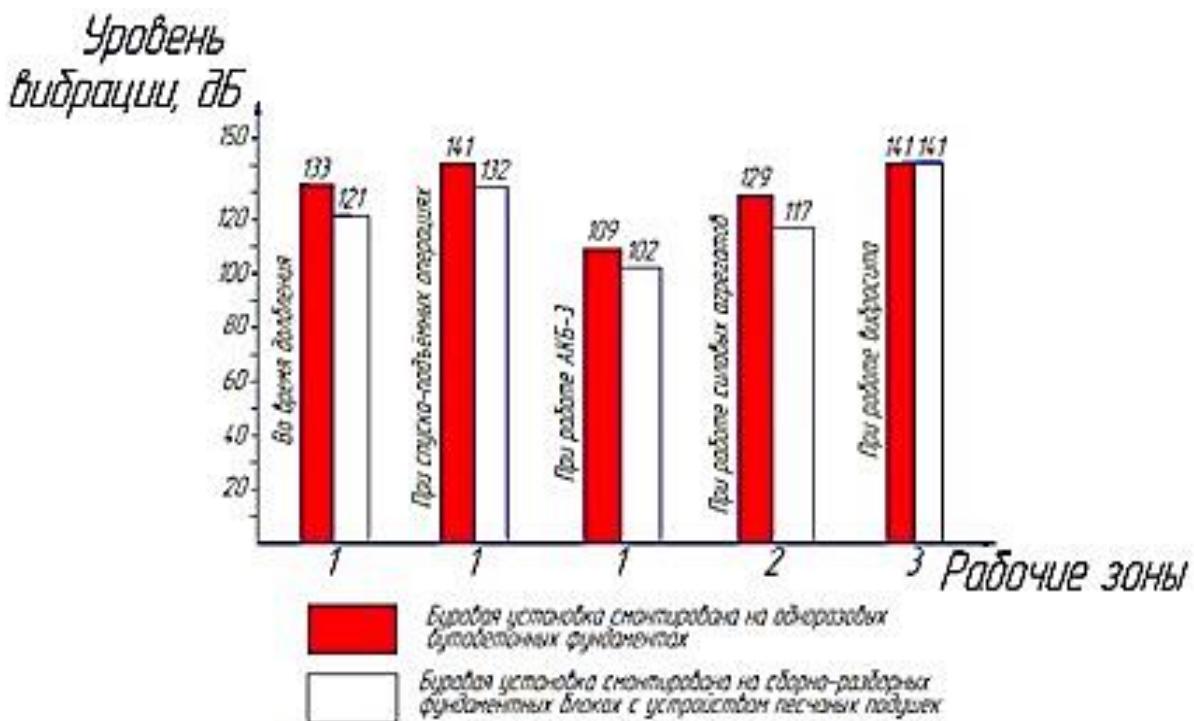


Рисунок 3.8. – Диаграмма уровней вибрации в различных зонах буровой установки «Уралмаш -4Э-76»

1 – на рабочем месте бурильщика; 2 – в проходах у силовых агрегатов;
3 – в проходах у вибросита

Основными методами и средствами защиты от шума являются:

- разработка конструкторских решений по уменьшению интенсивности шума непосредственно в месте возникновения;
- удаление оборудования с высоким уровнем шума от рабочих мест; применение специальных устройств для обслуживающего персонала;
- применение звукопоглощающих материалов и покрытий, индивидуальных шумозащитных средств и др. [110].

При применении сборно-разборных железобетонных фундаментных блоков с использованием вибродемптирующих засыпок в виде сухого песка достигается некоторое снижение уровня шума на буровой.

Для определения уровня снижения шума на буровых установках для глубокого бурения скважин в Закрытом акционерном обществе «Суднафтугаз» были проведены замеры шума на буровых, смонтированных на одноразовых бетонных фундаментах и на буровых, смонтированных на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования. Измерение

шума производилось в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86 (2001) ССБТ «Методы измерения шума на рабочих местах» шумомером АССИСТЕНТ S 30.

В результате проведенных исследований установлено, что на буровой смонтированной на одноразовых бутобетонных фундаментах, при роторном способе бурения, отмечались следующие уровни шума:

- на рабочих местах вышечного блока во время бурения - до 120 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при спуско-подъемных операциях - до 137 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при работе автоматического бурового ключа АКБ-3 - до 125 дБ;
- на рабочих местах в проходах у силовых агрегатов - до 105 дБ;
- на рабочих местах у вибросита - до 112 дБ.

На буровой с роторным способом бурения, смонтированной на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек, отмечались следующие уровни шума:

- на рабочих местах вышечного блока во время бурения - до 113 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при спуско-подъемных операциях - до 123 дБ;
- на рабочих местах вышечного блока при работе автоматического бурового ключа АКБ-3 - до 122 дБ;
- на рабочих местах в проходах у силовых агрегатов - до 96 дБ;
- на рабочих местах у вибросита - до 110 дБ.

По результатам исследований составлена диаграмма уровней шума в различных зонах буровой установки «Уралмаш – 4Э – 76», смонтированной на бутобетонных фундаментах и такой же установки, смонтированной на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек (рисунок 3.9.).

3.3. Выводы по главе 3

1. Произведёнными расчётами фундамента под основание буровой вышки по

несущей способности грунтов обоснована возможность монтажа буровых установок на предложенных сборно-разборных фундаментных блоках для глубоких и сверхглубоких скважин.

2. Разработанные графики по зависимости коэффициента несущей способности полускальных грунтов и супесей от площади подошвы фундамента позволяют без дополнительных расчётов определять площадь в зависимости от действующих нагрузок.

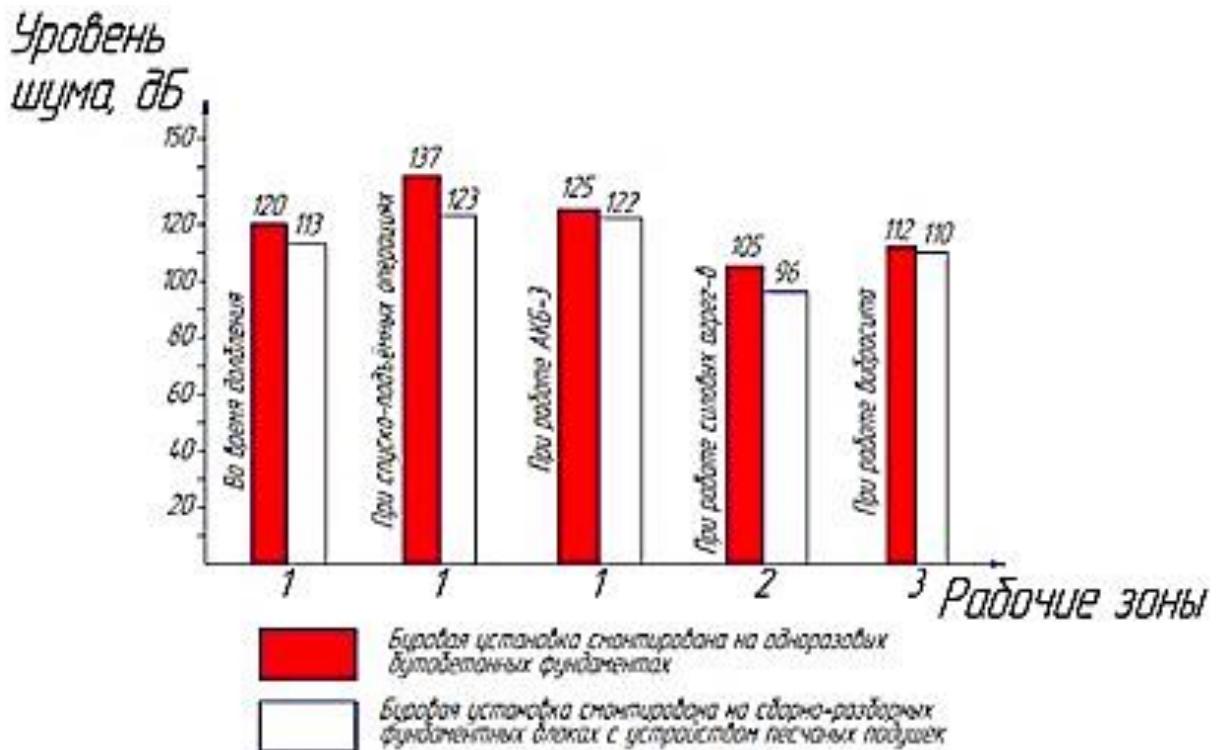


Рисунок 3.9. – Диаграмма уровней шума в различных зонах буровой установки «Уралмаш -4Э-76»

1 – на рабочем месте бурильщика; 2 – в проходах у силовых агрегатов;
3 – в проходах у вибросита

3. Выполненным расчётом конструкции буровой вышки на устойчивость при монтаже на предложенных сборно-разборных фундаментных блоках установлено, что при всех максимально возможных нагрузках коэффициент запаса устойчивости вышки составляет 1,28 при минимально необходимом 1,15.

4. Экспериментальными замерами установлено, что применение предложенного способа монтажа буровых установок на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных

подушек позволяет в среднем на 6,4 – 9,3 % снизить уровень вибрации и на 2,4 – 10,3 % уровень шума в различных зонах буровой установки.

5. С учётом того, что наибольшей вибрации подвергается рабочее место бурильщика, предлагается устанавливать специальную виброгасящую (амортизирующую) площадку.

При строительстве глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Западный Супетау и Восточный Супетау имели место ряд факторов, повышавших уровень технологической опасности процессов, которые не соответствовали требованиям промышленной безопасности, из-за которых не были вскрыты перспективные на нефть и газ палеогеновые отложения.

6. Для успешного вскрытия возможно продуктивных пластов на структурах новыми скважинами необходимо решение следующего ряда вопросов:

- пересмотр проектных геологических разрезов структур с учётом результатов предыдущего бурения и геологической переинтерпретации сейсморазведочных данных;
- выбор буровых установок, соответствующих требованиям промышленной безопасности при строительстве скважин;
- обеспечение соответствия конструкций скважин требованиям промышленной безопасности при проведении работ на исследуемых структурах;
- в целях предупреждения осложнений и аварий в процессе бурения предусмотреть меры по достижению вертикальности стволов скважин.
- разработка рецептур промывочной жидкости в условиях бурения мощной толщи соленосных свит при высоких пластовых температурах;
- для контроля технического состояния и уточнения геологических разрезов скважин подбор геофизической аппаратуры и приборов для работы в условиях высоких пластовых температур и давлений.

ГЛАВА 4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКОЙ И СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИН НА ИССЛЕДУЕМЫХ СТРУКТУРАХ

В настоящее время, с учетом современных типоразмеров буровых установок, наличия разнообразных химических реагентов для обработки буровых растворов в условиях высоких температур и наличия соленосных отложений, а также опыта ранее проведённых буровых работ на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау, бурение здесь глубоких и сверхглубоких поисковых скважин, с обеспечением требований промышленной безопасности, считается возможным.

По результатам ранее проведённых работ и исследований по анализу основных факторов, повышающих уровень технологической опасности при строительстве глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Западный Супетау и Восточный Супетау, предлагаются следующие мероприятия:

1. На площади Восточный Супетау пробурить сверхглубокую параметрическую скважину № 1 СГ «Восточный Супетау» с проектной глубиной 6500 м. Проектный горизонт – подошва меловых отложений.

Цель бурения скважины - изучение геологического строения площади, уточнение результатов геофизических исследований и поиски залежей нефти газа в отложениях палеогена и мела.

2. На площади Западный Супетау пробурить глубокую параметрическую скважину № 1 Г «Западный Супетау» с проектной глубиной 5000 м. Проектный горизонт – подошва меловых отложений.

Цель бурения скважины - изучение геологического строения площади, уточнение результатов геофизических исследований и поиски залежей нефти газа в отложениях палеогена и мела.

4.1. Особенности бурения сверхглубокой скважины на структуре

Восточный Супетау

1. Предлагаемый геологический разрез структуры Восточный Супетау.

При строительстве скважины № 10 Восточный Супетау бурение и проработки

ствола скважины сопровождались такими прихватоопасными явлениями, как посадки и затяжки бурильного инструмента

Как отмечалось выше, фактические геологические разрезы структур Западный Супетау и Восточный Супетау не соответствовали проектным, заданным по результатам геологической интерпретации сейсморазведочных данных. Основное несоответствие заключается в том, что, окончание соленосной свиты, заложенное в проекте для скважины № 10 «Восточный Супетау» на глубине 4500 м, фактически, даже при глубине 5135 м не было достигнуто.

По результатам бурения скважины и проведенного исследования методом вертикального сейсмического профилирования (ВСП) можно ожидать, что глубина залегания подошвы соленосной свиты составит 5700 – 5820 м.

Принимая во внимание вышесказанное, предлагается следующий геологический разрез проектной скважины № 1 СГ «Восточный Супетау» (таблица 4.1).

2. Выбор буровой установки. Для строительства поисковой скважины № 10 Восточный Супетау была использована буровая установка Уралмаш 4Э – 67, которая по своим техническим параметрам не соответствовала требованиям бурения до глубин 6000 м [3-А]. Для строительства сверхглубокой параметрической скважины № 1 СГ «Восточный Супетау» с проектной глубиной 6500 м предлагается использовать буровую установку модели ZJ70/4500 производства Китайской Народной Республики, техническая характеристика которой приведена в таблице 4.2.

Выбор данной буровой установки обосновывается ее грузоподъёмностью в 4500 кН, которая позволяет пробурить сверхглубокую скважину глубиной до 7000 м с использованием бурильных труб диаметром 114 мм [112].

Таблица 4.1. - Проектный и фактический геологические разрезы поисковой скважины № 10 Восточный Супетау и предлагаемый проектный разрез скважины № 1 СГ Восточный Супетау

№№ пп	Наименование яруса	Скважина № 10 Восточный Супетау		Скважина № 1 СГ Восточный Супетау	
		Интервал залегания, м		Интервал залегания, м	
		проект	факт	проект	факт

1	Современные отложения	0 - 165	0 - 200	0-200
2	Палевая + бурая свиты	165 - 1500	200 - 1900	200-1900
3	Гипсонасная свита	1500 - 3950	1900 - 3840	1900-3840
4	Соленосная свита	3950 - 4500	3840 – 5135 (вскрытая часть)	3840-5820
5	Кирпично-красная свита	4500 - 4750		5820-6170
6	Сумкарские слои	4750 - 4800		6170-6220
	II пласт	4750 - 4765		6170-6185
7	Ханабадские + Исфаринские слои	4800 - 4850		6220-6260
8	Риштанские слои	4850 - 4880		6260-6290
	IV пласт	4865 - 4880		6280-6290
9	Туркестанские слои	4880 - 4910		6290-6310
	V пласт	4890 - 4900		6300-6310
10	Алайские слои	4910 - 4950		6310-6350
	VII пласт	4910 - 4930		6310-6330
11	Согдийский отдел	4950 - 5000		6350-6365
12	Свита Гознау	4075 - 5000		6365-6380
13	Меловые отложения			6380 - 6500

Таблица 4.2. - Основные параметры буровой установки ZJ70/4500

Модель	ZJ70/4500
Максимальная нагрузка на крюк (kN)	4500
Номинальная глубина бурения (114 мм) м	4500~7000
Мощность лебёдки (kW)	1492~2240
Оснастка	12
Диаметр каната (мм)	38
Высота вышки (м)	45, 46, 48
Максимальная скорость подъема крюка (м/с)	1.5
Высота подроторного основания(м)	10.5
Диаметр отверстия ротора (мм)	952.5
Мощность бурового насоса× количество	1600×3
Мощность двигателя× количество	1310×4

Кроме того, установка имеет высокую скорость подъема крюка (1,5 м/с), что сокращает сроки строительства, высокое подроторное основание (10,5 м), что позволяет использовать достаточно количество противывбросового оборудования, включая универсальные превенторы, три мощных буровых насоса с высокой производительностью, обеспечивающих вынос шлама и

обваливающихся горных пород, что предотвращает прихваты бурильного инструмента и сравнительно меньшую стоимость.

Буровая установка модели ZJ70/4500 была использована и при строительстве поисковой скважины № 1- п Шахринав лицензионной площади Сарикамыш. Скважина завершена бурением 11 июня 2013 года с забоем 6450 м и стала самой глубокой поисковой скважиной в Центральной Азии. Буровая установка показала хорошую работоспособность при эксплуатации в условиях Таджикистана.

3. Выбор конструкции скважины. Одна из основных проблем глубокого и сверхглубокого бурения при недостаточной информации о разрезе пород - правильный выбор конструкции скважины, отвечающей геолого-техническим условиям ее проходки и назначению. Недостаточно обоснованная конструкция скважины может явиться причиной аварий или серьезных осложнений [49,50].

Сведения о геолого-физических условиях сверхглубокой скважины, формируемые, как правило, на основании косвенных методов изучения недр, часто оказываются малодостоверными. Об этом свидетельствует сопоставимый анализ предполагаемых сведений о разрезе пород и данных, полученных на основании фактического материала при бурении всех известных сверхглубоких скважин. Так, в скважине Джарлы (Азербайджанская ССР) проектной глубиной 7000 м миоценовые отложения предполагалось встретить на глубине 3500 м. Фактически эти отложения были вскрыты на глубине 2875 м. Кровля мезозоя оказалась на глубине 3111 м, а не на глубине 4300 м, как предполагалось.

Подобные несоответствия были обнаружены и при сравнении фактических стратиграфических отметок разреза с проектными в сверхглубокой скважине СГ -1 (Арал-Сор), где кровля юрских отложений была вскрыта на глубине 2150 м вместо проектной глубины 1450 м, пермо-триасовые породы встречены на глубине около 2800 м вместо 2000 м, каменноугольная свита, предполагавшаяся на отметке 4700 м, не была вскрыта даже на глубине 6000 м. Анализ материалов ряда других глубоких разведочных скважин показал, что проектные данные по ним также носят приближенный характер и погрешность их возрастает с

увеличением глубины. Причем часто отклонения в глубинах залегания стратиграфических горизонтов превышают интервалы выхода обсадной колонны из-под башмака предыдущей [48].

Характеристика предполагаемых осложнений носит еще более приближенный характер, так как прямых методов их определения без вскрытия разреза не существует, а механический перенос сведений по другим скважинам, даже расположенным вблизи, приводит к серьезным ошибкам. Таким образом, ряд предположений о характеристиках пород разреза и ее изменении с глубиной дает очень приближенные исходные сведения для обоснования и проектирования конструкций глубоких разведочных скважин. В этих условиях под конструкцией скважины подразумевают соотношение длин и диаметров колонн обсадных труб и других показателей, установленных по результатам многолетнего опыта бурения и крепления скважин применительно к наиболее характерным геолого-техническим условиям ведения работ. Вследствие недостаточно достоверной информации о породах разреза возникает сложность при выборе оптимальной конструкции скважины [63]. Суть проблемы заключается в отсутствии исходных достоверных сведений для обоснования числа обсадных колонн и глубины их спуска. В этих условиях как преувеличение сложностей проектного разреза пород, так и их недооценка чреваты снижением надежности процесса строительства скважин [54].

Наиболее реальным представляется решение этой задачи путем поиска и разработки такой технологии бурения, которая обеспечила бы возможность корректировки конструкции скважины непосредственно в процессе ее бурения по данным фактической оценки геолого-физических характеристик разреза вскрываемых горных пород. Такой способ был разработан в Проблемной лаборатории по бурению на мантию ВНИИБТ и явился результатом поиска решения проблемы оптимальной конструкции скважины при недостаточной информации о разрезе пород. Сущность способа заключается в том, что при проектировании обосновывается не вся конструкция скважины, а только ее верхняя часть, для которой исходная геологическая информация наиболее

достоверна. Обычно это касается обоснования глубины спуска первой (иногда второй) обсадной колонны. Диаметр колонны выбирается с резервом на случай спуска достаточно большого числа обсадных колонн, что может произойти при вскрытии стволов осложненного разреза.

После спуска и цементирования обсадной колонны скважина не углубляется. В стационарно зацементированную колонну [67] спускается съемная колонна для бурения опережающего ствола, укрепляется на поверхности с учетом возможности ее поворота и извлечения. После этого бурится опережающий ствол, диаметр которого обеспечивает наилучшие технико-экономические показатели.

Опережающий ствол бурят при тщательном изучении фактического состояния пройденного разреза и имеющихся осложнений. При вскрытии зон осложнений, преодолеть которые можно только с помощью спуска обсадной колонны, съемную колонну извлекают, а ствол расширяют и закрепляют обсадными трубами по общепринятой технологии. Диаметры расширенного ствола и обсадных труб выбирают с учетом достигнутой глубины, протяженности оставшегося до конечной глубины интервала и предполагаемой степени его осложненности.

Такой способ имеет следующие преимущества:

1. Обеспечивается защита стационарных обсадных колонн от износа за счет применения съемной колонны, что повышает уровень промышленной безопасности при строительстве скважин. В случае износа стационарных обсадных колонн возможны их смятия и потеря негерметичности, приводящие к авариям из-за прихвата бурильного инструмента и выбросам флюидов;

2. Улучшаются условия промывки и регулирования давления в скважине за счет использования гидравлического канала между съемной и стационарной колоннами, что повышает безопасность работ за счет ускорения утяжеления промывочной жидкости и предупреждения нефтегазоводопроявлений.

Эта технология бурения наиболее эффективна в случае малоизученных горно-геологических условий, больших глубин бурения, отсутствия

несовместимых по пластовым давлениям зон бурения. Разрез кристаллических пород наиболее полно отвечает указанным признакам, что предопределило реализацию этой технологии при бурении Кольской скважины [58].

С учетом изученности большей части разреза и наличия мощной толщи соленосных отложений при бурении предлагаемых глубоких и сверхглубоких скважин нет необходимости в использовании технологии бурения с опережающим стволом со спуском съемной колонны.

Для сверхглубокой параметрической скважины № 1 СГ «Восточный Супетау» предлагается следующая конструкция скважины, приведенная в таблице 4.3. [3-А].

Таблица 4.3. - Проектная конструкция скважины № 1 СГ Восточный Супетау

№№	Обсадные колонны	Трубы обсадные, мм	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
1	Направление	Ø 530	(0 – 7) 0 - 10	До устья
2	Кондуктор	Ø 426	(0 – 200) 0 - 400	До устья
3	Первая техническая колонна	Ø 324	(0 – 1800) 0 - 2200	До устья
4	Вторая техническая колонна	Ø 219	(0 – 4000) 0 - 5920	До устья
5	"Хвостовик"	Ø 168	(3900 – 4500) 5820 - 6170	5820 - 6170
6	Эксплуатационная колонна	Ø 114 x 140	(0 – 5000) 0 - 6500	До устья

Для предупреждения смятия колонны в зоне АВПД нижнюю секцию второй технической колонны предлагается компоновать высокопрочными обсадными трубами Ø 219 x 14,2 группы прочности Р, исполнения А [42,47].

4. Сохранение вертикальности стволов скважин. Результаты ранее выполненных работ показывают, что при бурении на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау особую трудность представляло достижение вертикальности стволов скважин [56].

Искривление стволов сопровождалось такими явлениями, как посадки, затяжки и прихваты бурильного инструмента, что приводило к его поломкам, забуриванию новых стволов, ликвидациям скважин и явилось одной из основных причин недостижения проектных целей.

Основными причинами искривления скважин явились чередование по твёрдости и большой угол падения пород. С учетом анализа результатов

предыдущего бурения на рассматриваемых структурах, для недопущения значительных искривлений стволов скважин, предлагается в ходе всего строительства, начиная от монтажа буровой установки и заканчивая цементированием эксплуатационной колонны придерживаться следующих рекомендаций [59].

1. Регулирование режима бурения в соответствии с характером и условиями залегания пород и соответствующая компоновка нижней части бурильной колонны.

2. С использованием графиков Вудса и Любинского [14], устанавливать центраторы на таком наибольшем расстоянии от долота, чтобы бурильная колонна на участке от центратора до долота не касалась стенок скважины. Это расстояние определяется жесткостью утяжеленных бурильных труб (УБТ), диаметром скважины, углом ее отклонения от вертикали и величиной осевой нагрузки на долото. Высоту установки центратора над долотом следует уменьшать с увеличением диаметра УБТ, угла отклонения скважины от вертикали и осевой нагрузки P_d .

3. Бурение под кондукторы $\varnothing 426$ мм и $\varnothing 324$ мм и первую техническую колонну $\varnothing 324$ мм осуществлять долотами малого диаметра $\varnothing 295$ мм с последующей расширкой пилотными расширителями. При этом, нагрузка на долото не должна превышать 5 – 6 тонн при скорости вращения ротора 60-80 об / мин.

4. Применение трехвинтовых стабилизаторов $\varnothing 267$ мм, изготовленных из УБТ длиной 1,7 м с наваренными на него тремя полосами, вырезанными из трубной заготовки. Общая длина винтовой части 800 мм, шаг винта 600 мм.

5. При бурении под эксплуатационные колонны применять трехвинтовые стабилизаторы $\varnothing 188$ мм, изготовленные из УБТ $\varnothing 146$ мм с наваренными на него тремя полосами, вырезанными из трубной заготовки. Общая длина винтовой части 600 мм, шаг винта 600 мм.

6. Применять гамму долот, обеспечивающих максимальную проходку на долото.

7. При бурении предыдущих скважин неоднократно имели место повреждения бурильной колонны в виде обрывов бурильных труб, срывов по резьбовым соединениям, сломов и т. п.

Бурильный инструмент состоит из следующих основных элементов: трубы бурильные ведущие, трубы бурильные, замки бурильные, переводники, опорно-центрирующие элементы (центраторы, стабилизаторы, калибраторы и промежуточные опоры), трубы бурильные утяжеленные [4].

Повреждения элементов бурильной колонны могут привести к авариям и осложнениям, вплоть до забуривания новых стволов и ликвидации скважин.

С учетом опыта бурения предыдущих скважин и в целях обеспечения безаварийного строительства скважин № 1 СГ «Восточный Супетау» и № 1 Г «Западный Супетау» рекомендуется следующее.

7.1. В качестве труб бурильных ведущих использовать трубы цельной конструкции шестиугольного сечения, изготавливаемые по стандарту АНИ-7.

7.2. В качестве труб бурильных использовать трубы ТБВК-140 с замком ЗШК-178

Трубы должны иметь группу прочности Р с толщинами стенок 13,5, 12 и 11мм, собранные с замками ЗШК-178 из стали 40ХМФА (ТУ 14-1-2634 – 78).

7.3. В качестве труб бурильных утяжеленных использовать УБТС-2.

7.4. Для соединения элементов бурильной колонны и присоединения к ней инструмента, применяемого при бурении скважин, применяются различные переводники.

7.5. Опорно-центрирующие элементы предназначены для: улучшения работы долота; обеспечения номинального диаметра скважины; борьбы с искривлениями скважин; борьбы с желобными выработками [92].

5. Обеспечение необходимых параметров глинистого раствора в условиях бурения мощной толщи соленосных свит при высоких пластовых температурах. В процессе бурения скважин основную сложность представляют мощные отложения соленосной свиты, характеризующиеся переслаиванием глин с обильным вкраплением соли и пропластками чистых солей и ангидритов.

При бурении скважины № 10 Восточный Супетау имела место еще одна сложность, связанная с очень высокими пластовыми температурами.

Все это приводило к тому, что реагенты, применявшиеся для обработки и придания раствору необходимых для нормального бурения свойств, при таких температурах теряли свои свойства, что приводило к ухудшению качества раствора. Ухудшение качества раствора приводило к таким опасным явлениям как посадки, затяжки, прихваты бурильного инструмента, что приводило к его многочисленным поломкам и забуриванию новых стволов [57].

Во время бурения скважин решить проблему подбора рецептур приготовления промывочных жидкостей для бурения в таких условияхказалось невозможным.

Применяемые в настоящее время термостойкие реагенты для обработки бурового раствора, позволяют приготовление промывочных жидкостей с необходимыми свойствами для бурения в таких условиях [44,46,55].

6. Низкая геофизическая изученность разреза при бурении в условиях высоких давлений и очень высоких пластовых температур. Геофизическими исследованиями, проведенными в скважине № 10 Восточный Супетау в августе 1976 года, при забое 5005 м, отмечена температура в 220 °C [3 – А].

В силу того, что не все геофизические приборы, имевшиеся во время строительства скважины, могли быть использованы при таких высоких температурах и давлениях, были выполнены только часть каротажей из обязательного комплекса.

Выпускаемая в настоящее время термостойкая геофизическая аппаратура позволяет производить полный комплекс исследования.

4.2. Особенности бурения глубокой скважины на структуре Западный Супетау

1. Предлагаемый геологический разрез структуры Западный Супетау

Предлагаемый геологический разрез проектной скважины № 1 Г «Западный Супетау» приведён в таблице 4.4.

Таблица 4.4. - Проектный и фактический геологические разрезы разведочной скважины № 3 Западный Супетау и предлагаемый проектный разрез скважины № 1 Г Западный Супетау

№ пп	Наименование яруса	Скважина № 3 Западный Супетау		Скважина № 1 Г Западный Супетау
		Интервал залегания, м		Интервал залегания, м
		проект	факт	проект
1	Гипсоносная свита	0 - 2170	0 - 1728	0 - 1730
2	Соленосная свита	2170 - 3220	1728 – 2619 (вскрытая часть)	1730 - 4330
3	Кирпично-красная свита	3220 - 3370		4330 - 4530
4	Сумсарские слои	3370 - 3520		4530 - 4680
	II пласт	3370 - 3385		4530 - 4545
5	Ханабадские + Исфаринские + Риштанские слои	3520 - 3600		4680 - 4760
	IV пласт	3585 - 3600		4745 - 4760
6	Туркестанские слои	3600 - 3630		4760 - 4790
	V пласт	3610 - 3620		4770 - 4780
7	Алайские слои	3630 - 3670		4790 - 4830
	VII пласт	3630 - 3650		4790 - 4810
8	Согдийский отдел	3670 - 3720		4830 - 4880
9	Меловые отложения	3720 - 3820		4880 - 5000

Предлагаемое увеличение глубины бурения скважины до 5000 м диктуется следующими соображениями.

1. Фактический геологический разрез структуры Западный Супетау, во вскрытой части разреза, не соответствовал прогнозным, полученным по результатам геологической интерпретации сейсморазведочных данных.

При бурении скважины № 3 кровля соленосных отложений была вскрыта при глубине 1728 м против 2170 м, предусмотренных проектом.

В связи с тем, что обе скважины (№1 и № 3 Западный Супетау) не вскрыли всю толщу соленосных отложений, глубина подошвы этих отложений остается неизвестной. Опыт бурения скважины № 10 «Восточный Супетау», где окончание соленосной свиты, заложенное в проекте на глубине 4500 м, не было достигнуто даже при глубине 5135 м, свидетельствует о возможности увеличения мощности соленосных отложений против данных по результатам геологической интерпретации ранее проведённых сейсмических исследований.

2. Зона Северо – Ферганского разлома, имеющего форму надвига с горизонтальной амплитудой 7 – 8 км и более, характеризуется чешуйчатым строением в районе надвига, когда отложения палеогена и мела в разрезе могут повторяться два и более раз [59]. Это иллюстрируется на примере ПР0981536 участка Беномоз и скважины № 3 Беномоз, где по два раза вскрывались отложения неогена, палеогена и палеозоя. С учетом близости структуры Западный Супетау к зоне Северо – Ферганского разлома глубина вскрытия продуктивных палеогеновых отложений может возрасти [11-А].

2. Выбор буровой установки. Для строительства поисковой скважины № 3 Западный Супетау была использована буровая установка Уралмаш 4Э – 67. Техническая характеристика буровой установки Уралмаш 4Э – 67 приведена в таблице 4.5. [2]

Таблица 4.5. - Техническая характеристика буровой установки Уралмаш 4Э-67

№№	Параметры	Единица измер.	Кол-во
1	Мощность привода подъемного механизма	л. с.	1050
2	Мощность привода буровых насосов	л. с.	1715
3	Максимальная грузоподъемность	т	225
4	Максимальный вес бурильной колонны	т	150
5	Скорость подъёма бурильного инструмента: максимальная	м / с	1,49
	минимальная		0,18
6	Рекомендуемая глубина бурения	м	3000- 5000
7	Буровые насосы: шифр		У8-6М
	количество	шт	2
	механическая мощность буровых насосов	л. с.	800
	максимальная производительность насоса	л / с	50,9
	максимальное давление насоса	кг / см. кв.	250
8	Высота вышки	м	42 или 53
9	Грузоподъемность вышки на крюке	т	200
10	Максимальная грузоподъемность кронблока	т	270
11	Максимальная грузоподъемность талевого блока	т	225

По своим техническим параметрам установка не соответствует требованиям бурения до глубин 5000 м.

Для бурения глубокой параметрической скважины № 1 Г «Западный Супетау» с проектной глубиной 5000 м предлагается использовать буровую установку модели ZJ70/4500 производства Китайской Народной Республики, техническая характеристика которой приведена в таблице 4.2.

3. Выбор конструкции скважины. Для глубокой параметрической скважины № 1 Г «Западный Супетау» предлагается следующая конструкция скважины, приведенная в таблице 4.6.

При креплении скважины первой технической колонной \varnothing 245 мм необходимо учесть факт смятия колонны при бурении скважины № 1 Западный Супетау.

Таблица 4.6. - Проектная конструкция скважины № 1 Г Западный Супетау

Обсадные колонны	Трубы обсадные, мм	Интервал спуска, м	Подъем цемента, м
Направление	\varnothing 530	(0 – 4) 0 – 10	До устья
Кондуктор	\varnothing 324	(0 – 1500) 0 - 1800	До устья
Первая техническая колонна	\varnothing 245	(1450 – 3100) 1750 - 4350	1750 - 4350
Эксплуатационная колонна	\varnothing 140	(0 – 3700) 0 - 5000	До устья

Как отмечалось выше, в скважине № 1 Западный Супетау комбинированная техническая колонна была спущена и зацементирована в интервале 0 – 2791 м.

Интервалы спуска колонн: \varnothing 273 мм – 2791-1231 м; \varnothing 324 мм – 1231-0 м.

При очередном спуске долота было обнаружено, что на глубинах 2645 м, 2705 м, 2725 м техническая колонна повреждена. Было допущено смятие колонны на указанных глубинах. Попытки выпрямить диаметр колонны были безуспешными. Попытки зарезки нового ствола в интервале 2570 – 2571 м также не дали результатов, что привело к консервации, а затем и к ликвидации скважины.

Причиной смятия колонны могло явиться то, что при высоких пластовых давлениях в интервале соленосных отложений необоснованно была снижена прочность колонны. В интервале 1682 – 2791 м были спущены трубы обсадные

Ø 273 мм с толщиной стенки 9 мм и группы прочности Д, что привело к смятиям колонны.

Для недопущения подобных явлений необходимо, чтобы в этом интервале были спущены обсадные трубы Ø 245 мм с толщиной стенки 13,8 мм и группы прочности Р-110, что даст возможность предотвратить аварии и осложнения в виде затяжек и прихватов бурильного инструмента и выбросов, создающих опасности для работающих.

4. Сохранение вертикальности стволов скважин. При бурении на площадях Западный Супетау и Восточный Супетау особую трудность представляет достижение вертикальности стволов скважин. Основные причины значительного искривления скважин и предложения по их уменьшению те же, что и для предлагаемой скважины на структуре «Восточный Супетау».

5. Обеспечение необходимых параметров глинистого раствора в условиях бурения мощной толщи соленосных свит. Для площадей северного борта Западной Ферганы характерно наличие мощной толщи гипсоносной и соленосной свит. В силу чего, в процессе бурения скважин основную сложность представляют отложения соленосной свиты, характеризующиеся переслаиванием глин с обильным вкраплением соли и пропластками чистых солей и ангидритов.

Соленосная свита сложена темно-серыми, серыми, темно-коричневыми, коричневыми глинами и алевролитами с прослойми серых и темно-серых песчаников.

В разведочных скважинах № 1 и № 3 Супетау мощность вскрытой части соленосных свит превышала 1000 м. В таких условиях бурения в скважинах № 1 и № 3 Супетау вплоть до их ликвидации не была подобрана рецептура глинистых растворов, соответствующих требованиям безаварийной проходки.

Характерной особенностью соленосной свиты является то, что при ее залегании на глубинах до 2800-3200 м, соль находится в твердой фазе. В этих условиях при бурении с применением пресных растворов происходит интенсивное выщелачивание соли из разреза, приводящее к значительному

кавернообразованию в глинах и обвалу твердых ангидритовых прослоев. Это является основной причиной большого количества прихватов, приведших к забуриванием новых стволов и ликвидациям скважин № 1 и № 3 Супетау.

Для решения проблемы необходимо применение выпускаемых в настоящее время химических реагентов, позволяющих обеспечить необходимые свойства промывочных жидкостей в условиях высокого содержания солей и высоких температур.

4.3. Вопросы охраны труда и окружающей среды при строительстве глубокой и сверхглубокой скважин

В соответствии с законом Республики Таджикистан физические и юридические лица, эксплуатирующие опасные объекты на территории Республики Таджикистан, внесены в Государственный реестр опасных производственных объектов и за несоблюдение требований настоящего Закона привлекаются к ответственности в порядке, установленном законодательством Республики Таджикистан [9,85].

При проведении работ на исследуемых структурах высокий уровень опасности производственных процессов требует особого внимания к вопросам охраны труда, обеспечения безопасности работ и защиты окружающей среды [40].

При проведении буровых работ могут произойти опрокидывания буровых вышек, выбросы промывочного раствора и пластовых флюидов, открытое фонтанирование флюидами, пожары, провалы вышки и оборудования, грифоны, прихваты и обрывы бурильного инструмента и др. [17-А,6].

Например, в 60-х годах при бурении разведочной скважины на площади Комсомольское (в окрестностях г. Душанбе) из-за несоответствия конструкции скважины фактическому геологическому разрезу и параметров промывочной жидкости пластовым давлениям произошёл ее выброс с последующим переходом в открытое газовое фонтанирование. Пластовое давление было настолько велико, что из скважины начался выброс бурильных труб. Возникновение искр при ударах труб о металлические элементы вышки привело

к возгоранию выбрасываемого газа с высотой факела более 30 м. По ориентировочным оценкам дебит скважины составлял более 800 тысяч кубических метров в сутки, фонтанирование продолжалось более 4-х месяцев. При аварии погиб технолог, которого затянуло потоком воздуха в горящий факел. В результате аварии допущена гибель работника, потеряно около 100 миллионов кубических метров газа, загрязнена окружающая среда, произведены значительные материально-финансовые затраты.

В ноябре 1989 года при бурении поисковой скважины № 1 на площади Караултюбе (Кумсангирский район) был допущен выброс пластовой минерализованной воды из меловых отложений. Первоначальный дебит скважины ориентировочно составлял более 5000 кубических метров в сутки, температуры воды на устье скважины составляла около 70 °С.

Выбрасываемая вода в короткий срок размыла грунт под основаниями буровой установки, что привело к провалу и опрокидыванию буровой вышки, агрегатного и насосного блоков и разрушению привышечных сооружений.

По счастливой случайности никто из работников тяжело травмирован не был. Из-за рельефа местности вода, легко размывая лессовый грунт и образуя глубокие овраги, устремилась к таджикско-афганской границе в направлении реки Пяндж, и возникла опасность попадания воды на приграничную территорию и далее в реку. Вблизи границы были устроены земляные ловушки для недопущения попадания воды в реку.

Выброс продолжался почти два месяца и после некоторого уменьшения притока воды удалось установить на устье противовыбросовое оборудование и закрыть скважину [116].

В результате выброса возникла реальная опасность для жизни и здоровья работников, выведена из строя и списана буровая установка, допущено загрязнение окружающей среды и затрачены значительные средства на ликвидацию аварии и её последствий.

Причиной выброса явились несоответствие конструкции скважины фактическому геологическому разрезу, допущение грифона и несоответствие параметров промывочной жидкости пластовым давлениям.

29 октября 1983 года во время бурения скважины № 2 площади «Махрам» в Канибадамском районе при забое 4465 м из верхних слоев палеогеновых отложений произошло нефтегазопроявление с дебитом нефти до 800 м³/сутки.

Из-за неисправности устьевого противовыбросового оборудования в течение нескольких недель не удавалось закрыть скважину и возникла опасность поступления разливающейся нефти в реку Сырдарья. На пути нефти в направлении реки были сооружены несколько аварийных земляных ловушек, в которые сбрасывалась нефть.

Причиной аварии явились несоответствие параметров промывочной жидкости пластовым давлениям и нарушение работниками буровой бригады инструкции по действиям при нефтегазопроявлениях и выбросах.

Аварии и осложнения создают опасность для жизни и здоровья людей, приводят к загрязнению окружающей среды и приводят к значительным финансовым затратам. Они являются следствием несоответствия проектов строительства фактическим геологическим условиям и нарушения действующих правил и инструкций [17-А,123].

Подобные аварии и осложнения, создающие опасности для жизни и здоровья работающих и жителей близрасположенных населённых пунктов, и окружающей среды, возможны и при строительстве скважин на исследуемых структурах Восточный и Западный Супетау.

Расположение района работ вблизи населенных пунктов и на берегах трансграничной реки Сыр-Дарья требует особого внимания при выполнении этих работ.

4.3.1. Вопросы охраны труда при строительстве буровых установок

Строительство буровых установок ведётся в различных географических и климатических условиях, условиях с различными температурой и влажностью воздуха скоростью и силой ветра. При строительстве буровых установок имеют

место некоторые виды работ, создающие опасности для жизни и здоровья работающих и отрицательно влияющие на окружающую среду.

К таким опасным и вредным факторам относятся:

- проведение работ на открытом воздухе при различных климатических условиях;
- транспортно - такелажные работы;
- монтажные работы с использованием грузоподъемных механизмов;
- транспортировка буровых вышек и крупных блоков оборудования;
- работы на высоте при монтаже и демонтаже буровых вышек;
- применение электросварочного и газопламенного оборудования;
- ухудшение состояния плодородных земель при использовании большого числа тракторной и другой техники на ограниченных по размерам площадках;
- оставление бутобетонных фундаментов на месте строительства [94]..

Для улучшения условий труда на производстве следует придерживаться следующих требований охраны труда:

1. Метеорологические условия при производстве работ влияют на самочувствие человека. Для улучшения условий труда вышкомонтажников необходимо на строительной площадке создавать производственную обстановку, отвечающую санитарно-гигиеническим требованиям.

Человек чувствует себя наиболее работоспособным, если температура окружающего воздуха равна плюс 12 – 22 °С, относительная влажность воздуха 40 – 60 % и скорость движения воздуха 0,1 – 0,2 м / с. Сильную жару и большие морозы человек переносит болезненно, так как при этом нарушается способность регулировать теплоотдачу. При температуре наружного воздуха выше плюс 35 – 39 °С может наступить тепловой удар, а при длительном охлаждении тела – простудные заболевания [123]. Высокая температура окружающей среды ведёт к повышению температуры человеческого тела и усилиению теплоотдачи (выделения пота), вместе с которым из организма удаляются соль (хлористый

натрий), витамины и белковые вещества, в результате чего повышается утомляемость работающих и, как следствие, снижается производительность труда.

Помещения для работников необходимо устраивать так, чтобы в них был обеспечен воздухообмен, нужный для поддержания заданной температуры [37].

Для весенне-летнего периода работы или для работы в условиях высокой температуры наружного воздуха помещения должны быть лёгкими, с открывающимися окнами и навесами [44].

Необходимо наличие гардеробных или индивидуальных шкафчиков с раздельными отделениями для домашней и рабочей одежды [14,80].

Во всех санитарно-бытовых помещениях необходимо поддерживать чистоту, производить уборку влажным способом. Строительную площадку надо снабжать доброкачественной питьевой водой, пить воду рекомендуется только из фонтанчиков или из запирающихся бачков.

2. Особую опасность представляют работы по транспортировке буровых вышек и крупных блоков оборудования. Опасность вызывается одновременным использованием большого количества тракторной техники и возможностью опрокидывания вышки [15,65].

3. Имеются случаи, когда на площадках строительства скважин, не давших продукции, длительное время не демонтируется оборудование, не извлекаются бетонные основания и не производится зачистка, рекультивация и возврат территории для использования в качестве сельскохозяйственных угодий. Для недопущения подобных явлений предлагается на законодательном уровне предусмотреть меры экономического воздействия за счёт внедрения системы повышающих штрафных коэффициентов за невозврат земель в установленные сроки [7-А].

4. Для уменьшения потерь сельскохозяйственных угодий и пастбищ предлагается до начала строительства буровой установки снять и сохранить плодородный слой почвы.

4.3.2. Мероприятия по охране труда и окружающей среды при бурении и освоении глубокой и сверхглубокой скважин

При бурении и освоении глубоких и сверхглубоких скважин имеют место некоторые виды работ, создающие опасности для жизни и здоровья работающих и отрицательно влияющие на окружающую среду.

В соответствии с «Едиными техническими правилами проведения буровых работ» [41], в целях предотвращения кольматации призабойной зоны продуктивного пласта, избыточное давление не должно быть чрезмерным.

Практика проведения буровых работ показывает, что большинство аварий и осложнений возникают по вине исполнителей работ. Незнание причин и признаков возникающих отклонений от нормального процесса бурения, непринятие своевременных мер по их устранению приводит к тяжёлым последствиям, иногда с человеческими жертвами.

При бурении нефтяных и газовых скважин имеют место следующие неблагоприятные факторы, отрицательно влияющие на окружающую среду:

1. В процессе бурения нефтяных и газовых скважин с глубиной 5000 м расходуется в среднем $120 \text{ м}^3 / \text{сутки}$ пресной воды.

На территории бурящихся скважин в земельных амбарах скапливается значительное количество сточных вод, загрязнённых диспергированной глиной, смазочными маслами, химическими реагентами, выбуренной породой, солями и т. п. Лабораторными исследованиями установлено, что физико-химический состав сточных вод колеблется в широких пределах и зависит, в основном, от количества попавшего в воду бурового раствора и реагентов. Вместе с буровыми растворами в сточную воду часто попадают различные химические реагенты, обладающие высокой токсичностью [7-А, 75, 102].

Стоки от буровых могут попасть в грунтовые воды, которые используются населением, и водоёмы (реки и озёра) и естественно приносят вред растительному и животному миру (птицы, рыбы и т. д.) [13, 73].

2. В целях снижения расхода пресной воды, в Нефтеабадском управлении буровых работ по предложению автора разработана и внедрена замкнутая система повторного использования технической воды (Рисунок 4.1.) [113,114].

Расположение и обвязка бурового оборудования выполнены таким образом, что использованная на буровой вода, по мере отстоя и накопления в ловушке, повторно направляется на приготовление бурового раствора. Этим самым достигается следующее:

□ ежесуточный расход пресной воды сокращается с 120 м³ / сутки до 80 м³ / сутки;

□ сокращается расход химических реагентов на обработку бурового раствора;

□ сокращается загрязнение окружающей среды за счёт уменьшения испарения сточных вод;

□ сокращаются затраты на рекультивацию земель по окончании строительства скважины [6-А,7-А].

3. При проведении буровых работ могут возникнуть различные осложнения и аварии, способные нанести большой вред людям, недрам и окружающей среде, включая грифоны.

Такое образование грифона имело место при бурении разведочной скважины № 1 Западный Супетау. В процессе бурения, при забое 1270 м, вокруг буровой появились грифоны (напорные струи бурового раствора). С целью ликвидации грифонов до глубины 30 м было спущено и зацементировано второе направление диаметром 450 мм.

Другая сложность, появления которой на указанных структурах нельзя исключать, это возможность появления сероводорода.

Сероводород (H₂S) является ядовитым газом, который выводит из строя дыхательную систему и приводит к смертельному исходу. При загрязнении сероводородом рабочих мест и мест проживания необходимо соблюдать правила безопасности для защиты людей и окружающей среды от его воздействия [106].

При высоких концентрациях запах сероводорода человеком не ощущается, так как этот газ отключает обоняние. Поэтому обнаружить сероводород по запаху нельзя и необходимо использовать другие методы обнаружения его присутствия и концентрации.

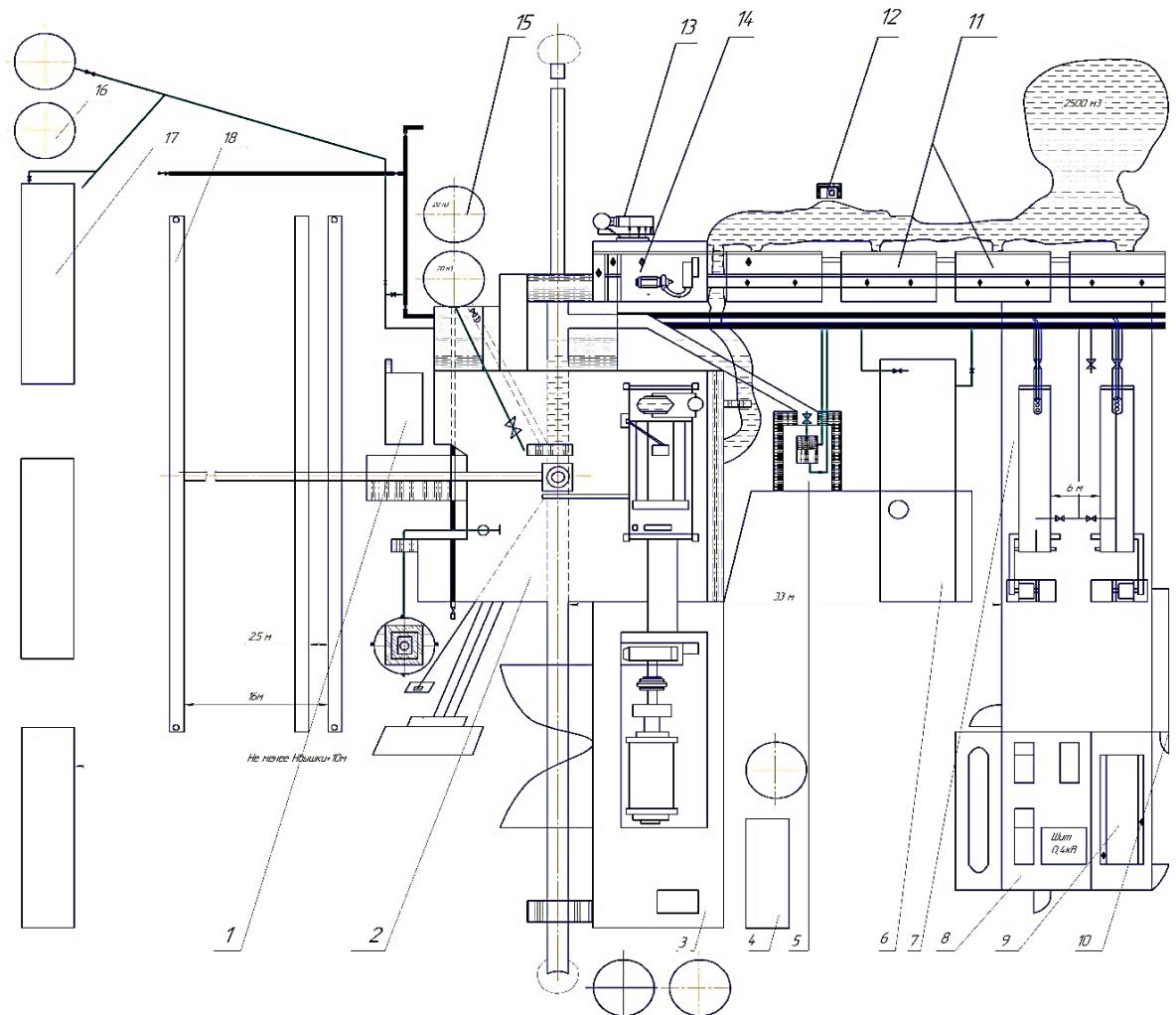


Рисунок 4.1. - Принципиальная схема буровой установки Уралмаш 4Э-76 с замкнутой системой повторного использования технической воды

1 - площадка инструментальная; 2 - вышечный блок; 3 - агрегатный блок; 4 - химреагентный блок; 5 - глиномешалка; 6 - установка приготовления раствора; 7 - насосный блок; 8 - компрессорный блок; 9 - электроподстанция 6 кв; 10 - навес инструментальный; 11 - приёмные ёмкости; 12 - насос обратного водоснабжения; 13 - дегазатор; 14 - блок очистки; 15 - ёмкости для долива скважины; 16 - ёмкости для воды; 17 - вагончики; 18 - мостки приемные

Присутствие сероводорода и его концентрации могут быть обнаружены с использованием следующих материалов и приборов:

1. Уксуснокислый свинец в ампулах (В присутствии сероводорода уксуснокислый свинец в ампулах изменяет цвет на коричневый или черный);
2. Портативные электронные детекторы (При обнаружении концентрации выше допустимого уровня, подается звуковой сигнал. Закрепляются на пояссе работника);
3. Фиксированные электронные датчики (Осуществляют непрерывный мониторинг и при превышении допустимого уровня подают звуковой сигнал).

Анализ полученных геологических, геофизических материалов, результатов по ранее пробуренным скважинным, а также информация по результатам сейсморазведочных работ, проведенных на северной половине таджикской части Ферганской межгорной впадины в 2011 – 2012 гг. указывает на перспективность региона в части открытия новых залежей углеводородов.

Рекомендуется бурение двух глубоких скважин на структурах Западный Супетау и Восточный Супетау с соблюдением предлагаемых мер по охране окружающей среды и обеспечению безопасности людей.

4.4. Выводы по главе 4

1. В результате анализа материалов по ранее пробуренным на структурах скважинам и геофизических исследований, а также современного уровня техники и технологии бурения в сложных горно-геологических условиях обосновывается возможность строительства глубокой скважины с проектной глубиной 5000 м на площади Западный Супетау и сверхглубокой скважины с проектной глубиной 6500 м на площади Восточный Супетау с обеспечением требований промышленной безопасности.

2. Для успешного вскрытия продуктивных пластов предлагается на площади Западный Супетау пробурить параметрическую скважину № 1 Г Западный Супетау с проектной глубиной 5000 м с целью вскрытия меловых отложений.

3. Для бурения скважины использовать буровую установку модели ZJ70/4500 производства Китайской Народной Республики. Выбор данной установки обосновывается её грузоподъёмностью в 4500 кН, высокой скоростью подъёма

крюка (1,5 м/с), высоким подроторным основанием (10,5 м), наличием трёх мощных буровых насосов и сравнительно меньшей стоимостью.

4. Для недопущения смятия обсадной колонны \varnothing 245 мм в зоне соленосных отложений необходимо, чтобы в этом интервале были спущены обсадные трубы \varnothing 245 с толщиной стенки 13,8 мм и группы прочности Р-110.

5. С целью недопущения значительных искривлений ствола скважины предлагается в ходе всего строительства, начиная от монтажа буровой установки и заканчивая цементированием эксплуатационной колонны, придерживаться рекомендаций, приведённых в разделе 4.1.

6. Применение нового способа монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек даёт возможность:

- повысить безопасность работ за счет снижения уровня вибрации и шума на рабочих местах;
- улучшить условия труда работающих путем сокращения доли ручного труда;
- сократить сроки монтажа буровых установок и затраты на строительство скважин;
- а также снизить вредное воздействие на окружающую среду.

7. Применение предложенной и внедренной замкнутой системы повторного использования технической воды позволяет:

- сократить ежесуточный расход пресной воды с 120 м^3 / сутки до 90 м^3 / сутки;
- сократить расход химических реагентов на обработку бурового раствора;
- сократить загрязнение окружающей среды за счёт уменьшения испарения сточных вод;
- сократить затраты на рекультивацию земель по окончании строительства скважины.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты научных исследований

1. Проведен всесторонний анализ изученности территории северной половины таджикской части ФМВ геолого-геофизическими методами и бурением глубоких и сверхглубоких скважин. Открытие промышленных скоплений нефти и газа в северо-восточной части ФМВ, указывает на необходимость ускоренного изучения северного борта впадины, находящейся на территории Республики Таджикистан [1-А, 8-А, 14-А, 16-А].

2. Установлено, что основными факторами, повлиявшими на безрезультативность ранее проведённых буровых работ на структурах таджикской части Северо-Западной Ферганы явились: несоответствия фактических геологических разрезов проектным; несоответствия буровых установок по грузоподъёмности; несоответствия проектных конструкций скважин требованиям безопасной и безаварийной проводки; значительная кривизна скважин, а также отсутствие технологических решений по проходке скважин в условиях мощной толщи солевых отложений, высоких пластовых давлений и температур [14-А, 15-А, 16-А].

3. Для улучшения условий труда работающих, сокращения вредного влияния фундаментов на плодородные земли и повышение уровня механизации работ в исследовании проведены соответствующие расчёты, разработаны чертежи и изготовлены сборно-разборные железобетонные фундаментные блоки многократного использования. Разработан и получен малый патент на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования». Процесс сооружения фундаментов сводится к планировке территории, отсыпке песчаной подушки, установке фундаментных блоков грузоподъёмными механизмами и стяжке стоков цементным раствором. По окончании строительства скважины, блоки извлекаются и используются на новой точке строительства. Внедрение изобретения позволило сократить сроки монтажа буровых установок и затраты на строительство скважин, улучшить

условия труда работающих путем механизации работ по устройству фундаментов и сокращения доли ручного труда. Экономический эффект от использования результатов этой работы при строительстве одной скважины составляет 41817 сомонй в год. [5-А, 7-А, 18-А].

4. Результаты внедрения разработанного изобретения показывают снижение вредного воздействия производственных факторов на работающих за счет снижения уровня вибрации и шума на рабочих местах буровой установки. В Закрытом акционерном обществе «Суднафтугаз» проведены замеры уровня вибрации и шума на буровых установках, смонтированных на одноразовых бутобетонных фундаментах и на буровых установках, смонтированных на сборно-разборных фундаментных блоках многократного использования, установленных на песчаных подушках. По результатам замеров на рабочих местах членов буровой бригады вибрация снижена: во время бурения от 133 дБ до 121 дБ; во время спуско-подъемных операций - от 141 дБ до 132 дБ; при работе автоматического ключа АКБ-3 - от 109 дБ до 102 дБ; в проходах силовых агрегатов - от 129 дБ до 117 дБ.

Уровни шума на рабочих местах членов буровой бригады снижены: во время бурения от 120 дБ до 113 дБ; во время спуско-подъемных операций - от 137 дБ до 123 дБ; при работе автоматического ключа АКБ-3 - от 125 дБ до 122 дБ; в проходах силовых агрегатов - от 105 дБ до 96 дБ.

5. Впервые получены зависимости коэффициентов несущей способности полускальных грунтов и супесей от площади подошвы фундамента, устроенного по предложенному изобретению и разработаны к ним графики. Эти графики позволяют определять необходимую площадь подошвы фундамента в зависимости от максимальных нагрузок и устанавливать граничные условия опрокидывания буровых вышек. Расчетами установлено, что даже для супесей при максимально возможной нагрузке 9179 кН, коэффициент несущей способности составляет 1,45, при требуемых 1,3.

6. Произведенными расчетами на опрокидывание вышки, смонтированной на предложенных фундаментных блоках, установлено, что при всех

неблагоприятных условиях и максимальных нагрузках, коэффициент запаса устойчивости составляет 1,24, при требуемых 1,15.

7. Предложена и внедрена замкнутая система повторного использования технической воды при строительстве скважин, которая позволяет сократить ежесуточный расход пресной воды с 120 м³ / сутки до 90 м³ / сутки, сократить расход химических реагентов на обработку бурового раствора до 5 %; снизить загрязнение окружающей среды за счет уменьшения испарения сточных вод и уменьшить затраты на рекультивацию земель по окончании строительства скважины. Данное предложение используется при строительстве нефтяных и газовых скважин и показало высокую экономичность, что подтверждается прилагаемым «Актом внедрения научно – исследовательской работы» от 06.01.2020 г. Годовой экономический эффект от использования результатов этой работы при строительстве одной скважины составляет 74356 сомоний в год (см. приложение 3) [5-А, 6-А, 7-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов исследования

1. В результате анализа материалов по ранее пробуренным на структурах скважинам и геофизических исследований, а также существующего современного уровня техники и технологии бурения в сложных горно-геологических условиях, обоснована возможность строительства глубокой скважины с проектной глубиной 5000 м на площади Западный Супетау и сверхглубокой скважины с проектной глубиной 6500 м на площади Восточный Супетау с обеспечением требований промышленной безопасности. Даны рекомендации по проектным геологическим разрезам, выбору буровых установок, конструкциям скважин, предупреждению их искривления и недопущению выбросов и аварий с целью вскрытия продуктивных пластов с обеспечением требований промышленной безопасности. Полученные в результате исследований материалы могут быть использованы, как исходные данные, при составлении проектов строительства глубоких и сверхглубоких скважин на указанных структурах.

2. Разработан и получен малый патент на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования», внедрение которого повышает уровень промышленной безопасности, снижает отрицательное влияние вибрации и шума на работающих, понижает затраты средств и труда на строительство фундаментов и снижает отрицательное воздействие на окружающую среду. Способ показал свою безопасность и эффективность и может быть использован при строительстве нефтяных и газовых скважин на территории Республики.

3. При строительстве буровых установок для глубокого и сверхглубокого бурения скважин рекомендуется монтировать основания подвешенного и агрегатного блоков на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования с устройством песчаных подушек, что позволяет:

- улучшить условия труда работающих путем механизации работ по устройству фундаментов и сокращения доли ручного труда;
- снизить вредное воздействие производственных факторов на работающих за счёт снижения уровня вибрации и шума на рабочих местах буровой установки;
- сократить сроки монтажа и демонтажа буровых установок, снизить затраты на строительство скважин и рекультивацию земель.

4. В ходе сооружения фундаментов под основания буровых вышек рекомендуется применять разработанные графики зависимости коэффициента несущей способности полускальных грунтов и супесей от площади подошвы фундамента в зависимости от максимальных нагрузок.

5. Для защиты работников буровой бригады от вибрации рекомендуется применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) для ног (ботинки или сапоги, в которых имеются подошва или вкладыши из упругодеформирующихся материалов), которые гасят вибрацию. С учетом того, что наибольшей вибрации подвергается рабочее место бурильщика, предлагается предусмотреть и устанавливать специальную виброгасящую (амортизирующую) площадку [98].

6. При строительстве буровых установок для глубокого и сверхглубокого бурения скважин рекомендуется использовать предложенную замкнутую систему повторного использования технической воды.

7. Для дальнейшего снижения уровня шума и вибрации на рабочих местах предлагается изменить конструктивные схемы буровых установок путем переноса двух компрессоров с основания агрегатного блока на нижний уровень.

8. Результаты исследования внедрены на предприятиях, занимающихся строительством нефтяных и газовых скважин и могут быть использованы при проектировании строительства глубоких и сверхглубоких скважин, работниками научно-исследовательского профиля, а также при подготовке бакалавров и магистров по профилям 5101-04 «Бурение нефтяных и газовых скважин», 330101-05 «Инженерная защита окружающей среды» на кафедрах разработки нефтяных и газовых месторождений и экологии различных ВУЗов Таджикистана и других стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (ИСТОЧНИКОВ)

1. **Абрамов, И.Л.**, Вибродиагностика энергетического оборудования / Кемерово, КузГТУ, 2011 г.
2. **Алексеевский, Г.В.** Буровые установки Уралмашзавода [Текст] / Г.В. Алексеевский, 3-е издание – М; Недра, 1981. – 528 с
3. **Амиян, В.А.** Вскрытие и освоение нефтегазовых пластов [Текст] / В.А.Амиян, Н.П.Васильева // М., Недра, 1972.
4. **Баграмов, Р. А.** Буровые машины и комплексы [Текст] / Р. А. Баграмов - М. Недра, 1988. - 413 с.
5. **Байда, Ю. В.** Применение солестойких промывочных жидкостей при бурении скважин на Оренбургском газоконденсатном месторождении [Текст] / Ю. В. Байда – ВНИИЭгазпром, 1973. вып 6 С 27-30.
6. **Байрамшин, Т.А.** Принципы и элементы охраны труда на предприятиях нефтегазовой отрасли России // International agricultural journal. – Экономика и бизнес. – 2021. – № 1 (64). – С. 105-111.
7. **Бархударьян, А. А.** Состояние и пути повышения эффективности сейсмических работ при поиске нефтегазоносных структур в северном Таджикистане [Текст] / А. А. Бархударьян, П. Ю. Готфрид, Н. И. Петрова // ТаджикИНТИ. - 1976. – М.: 1969. – 52 с.
8. **Батяновский, Э. И.** Технология производства железобетонных изделий [Текст] / Э. И. Батяновский - Мн.: Высшая школа, 2017. – 305 с.
9. **Бекиров, Ш. Н.** Организация охраны труда на производстве и в социальной сфере: система управления охраной труда [Текст] / Ш. Н. Бекиров, М. С. Джилияджи // Санкт-Петербург: Лань, 2025 – 244 с.
10. **Белоусов, В. В.** Основные задачи в изучении земных недр / История и перспективы сверхглубокого бурения: Проблема верхней мантии Земли М.: Наука, 1966. С. 7-27.
11. **Белоусов, В. В.** Сейсмология и тектоника. Проблемы современной сейсмологии. / В. В. Белоусов, В.Х. Шолпо //М.: Наука, 1985. С. 47-56.

12. **Бойдаченко, В. Н.** Геофизические и прострелочно-взрывные работы в геологоразведочных скважинах [Текст] / В. Н. Бойдаченко, Н. Н. Взнуздаев, Е. М. Вицени, Д. Е. Пометун. – М., Недра, 1976. – 349 с.
13. **Борисова, Н. В.** Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. – 2-е изд, С-П: Лань, 2023. – 168 с.
14. **Борисова, Н. В.** Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. – С-П: Лань, 2024. – 168 с.
15. **Борщев, В. Я.** Промышленная безопасность в нефтегазовой отрасли [Текст] / В. Я. Борщев, М. А. Промтов // М., Недра: ТГТУ, 2021. – 100 с.
16. **Булатов, А.И.** Осложнения при креплении глубоких скважин [Текст] / А.И. Булатов, Н. А. Сидоров, М. : Недра, 1966.
17. **Булатов, А.И.** Цементирование глубоких скважин [Текст] / А.И. Булатов - М. : Недра, 1964.
18. **Вадецкий, Ю. В.** Бурение нефтяных и газовых скважин [Текст] / Ю. В. Вадецкий. – М. : Недра, изд. Центр «Академия», 2006 – 352 с.
19. **Васильковский, Н. П.** Геология гор Супетау, Ак-Бель, Ак-Чоп / Н. П. Васильковский // Тр. Тадж. Базы АН СССР, т. 4, геология и геохимия, 1935 г.
20. **Волос, Г.С.** и др. Отчет по теме: “Научное обоснование направления геологопоисковых и разведочных работ на нефть и газ по Таджикской ССР с целью повышения их эффективности”, Душанбе, 1980
21. **Выровой, В. Н.** Бетон в условиях ударных воздействий [Текст] / В. Н. Выровой, В. С. Дорофеев, С. Б. Фиц. – М., Недра, 2004. – 270 с.
22. **Вялов, О. С.** Заметка о нижнем палеогене Бухары, ДАН СССР, нов. сер., т. I, № 1, 1934.
23. **Вялов, О. С.** Схема деления третичных отложений Ферганы, ДАН СССР, нов. сер., т. II. № 3 -4, 1935.
24. **Вялов, О. С.** К стратиграфии мела и палеогена Ферганы, Тр. ТПЭ, вып. 47, 1936.
25. **Вялов, О. С.** Краткий очерк меловой и третичной истории Ферганы. Изв. гос. географ. об-ва, т.68, вып. 5, 1936.

26. **Газарян, Г. Н.** Перспективы нефтегазоносности и направление северо-западной Ферганы / Г. Н. Газарян, Л. Г., Штейнберг, Л. У. Каломазов, Б. В. Чебурахин, С. Р. Мавлянов, Г. Н. Малашенков // Тр. ин-та Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1974. - Вып. 159. – С. 42 – 48.
27. **Газарян, Г. Н.** О результатах глубокого бурения и перспективах нефтегазоносности северо-западной Ферганы / Г. Н. Газарян, Л. Г., Штейнберг, Л. У. Каломазов, Б. В. Чебурахин, С. Р. Мавлянов, Г. Н. Малашенков // Тр. ин-та Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1974. - Вып. 159. – С. 42 – 48.
28. **Гайворонский, А. А.** Расчёт и технология крепления нефтяных и газовых скважин [Текст] / А. А. Гайворонский - М. Недра, 1969.
29. **Гальянов И.В.**, Сиденье водителя самоходной сельскохозяйственной техники / И. В. Гальянов, А. Ю. Черкасов, О. С. Кочетов, Т. Д. Ходакова, А. В. Шестерников, М. О. Кочетова // Патент на изобретение № 2266832. Опубликовано 27.12.2005. Бюллетень изобретений №36.
30. **Ганджумян, Р. А.** Расчёты в бурении [Текст] / Р. А. Ганджумян, А. Г. Калинин, Н. И. Сердюк. – М. РГГРУ, 2007. – 667 с.
31. **Ганжин, В. К.** Поисковые работы МОГТ на Джаркамарской площади в 1985 – 1987 гг: / В. К. Ганжин, Н. В. Петрова, В. Г. Мартюшев и др. Отчёт Сейсмической партии по объекту 33109. Кайраккум-2. 1987г.
32. Геологический журнал скважины № 3 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 35 с.
33. Геологический журнал скважины № 1 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 31 с.
34. Геологический журнал скважины № 10 Восточный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1977 г. - 56 с.
35. **Гиматудинов, Ш. К.** Физика нефтяного и газового пласта [Текст] / Ш.К. Гиматудинов - М. Недра, 1971.
36. **Городнов, В. Д.** Физико-химические методы предупреждения осложнений в бурении [Текст] / В. Д. Городнов - М. Недра, 1977.

37. **Горькова, Н. В.** Охрана труда [Текст] / Н. В. Горькова, А. Г. Фетисов, Е. М. Мессинова – 5-е изд.// – С-П: Лань, 2025. – 220 с.
38. **Гриднев, Н. И.** Об осадках, залегающих под соленосной свитой гор Ак-Бель, Кызыл-Джар / Н. И. Гриднев, А. Х. Ходжиматов // Узб. геол. жур. № 6, 1958.
39. **Гурвич, И. И.** Сейсмическая разведка [Текст] / И. И. Гурвич, Г. Н. Боганик. – М. Недра, 1980. – 551 с.
40. Дело бурения скважины № 3 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 54 с.
41. Дело бурения скважины № 1 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 57 с.
42. Дело бурения скважины № 10 Восточный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1977 г. - 168 с.
43. Дело бурения скважины на площади Северный Канибадам. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1977 гг.
44. **Долгов, В. С.** Основы безопасности жизнедеятельности [Текст] / В. С. Долгов, – 4-е изд.// – С-П: Лань, 2023. – 188 с.
45. **Дохотеру, Б. В.** Определение типов вибраций и анализ их возникновения на примере одного из месторождений Западной Сибири / Б. В. Дохотеру, В. В. Салтыков // Журнал «Инновационная наука» № 4-2, 2022 г.
46. Единая система управления охраной труда в нефтяной промышленности. Утв. Госгортехнадзором СССР 05.01.1984 – М. Недра, 1986.
47. Единые технические правила на бурение нефтяных и газовых скважин, М. ВНИИОЭНГ, 1975.
48. **Еремеев, Ю. А.** О сопротивляемости обсадных труб неравномерному сминающему давлению соляных пород [Текст] / Ю. А. Еремеев, Е. Г. Леонов, Б. С. Филатов // – Нефтяное хозяйство, 1974 № 1, С 21-24
49. **Еременко, Т. Е.** Крепление нефтяных и газовых скважин [Текст] / Т. Е. Еременко – М.: Недра, 1965.

50. **Жуховицкий, С. Ю.** Регулирование параметров глинистых растворов [Текст] / С. Ю. Жуховицкий – М.: Недра, 1976.
51. **Заляев, М.Ф.** Исследование вибрации при бурении скважин на термокарстовом газоконденсатном месторождении / Журнал «Нефтегазовое дело», т. 13, 2015 г. С 36-40.
52. **Захарова, И. М.** Охрана труда для нефтегазовых колледжей [Текст] / И. М. Захарова – М.: Феникс, 2019 – 382 с.
53. **Ивачев, Л. М.** Промывочные жидкости в разведочном бурении [Текст] / Л. М. Ивачев – М.: Недра, 1975.
54. **Измайлов, Л. Б.** О критическом сминающем давлении для обсадных колонн // Тр. КФ ВНИИ / 1970, вып. 23, – С. 78 – 82.
55. **Измайлов, Л. Б.** К вопросу расчета промежуточных колонн на сопротивляемость смятию [Текст] / Л. Б. Измайлов, А. В. Павельчак // Тр. ВНИИБТ, 1974, вып. 8, С 160-167.
56. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. Краснодар, изд. ВНИИКРнефть, 1986.
57. Инструкция по технологии крепления нефтяных и газовых скважин. Самара, ВНИИТНефть, 1995.
58. **Ильский, А. Л.** Буровые машины и механизмы [Текст] / А. Л. Ильский, А. П. Шмидт, – М.: Недра, 1989 – 396 с.
59. **Каломазов, Р. У.** О расчленении неогеновых отложений в параметрических скважинах площади Дигмай (Северо-Западная Фергана) [Текст] / Р. У. Каломазов, Г. Н. Газарян, С. Р. Мавлянов, Г. Н. Малашенков // Тр. ин-та / Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1974. - Вып. 159. – С. 176 – 178.
60. **Калыбеков, Т.** Охрана труда в нефтегазовой отрасли [Текст] / Т. Калыбеков, Б. С. Касенов, Алматы: КБТУ, 2006 – 153 с.
61. **Карагодин, Ю. Н.** Цикличность и нефтегазоносность палеогена северного Таджикистана [Текст] / Ю. Н. Карагодин, Г. Н. Малашенков, Ш. Г.

- Сайдходжаев. – Новосибирск. : Наука, Сибирское отделение АН СССР, 1981. – 217 с.
62. **Кисельман, М. Л.** Износ и защита обсадных колонн при глубоком бурении [Текст] / М. Л. Кисельман - М. Недра, 1988.
63. **Кистер, Э. Г.** Химическая обработка буровых растворов [Текст] / Э. Г. Кистер - М. Недра, 1972.
64. **Кокаев, Р. У.** Влияние интенсивности искривления скважины на скорость механического износа промежуточной колонны [Текст] / Р. У. Кокаев, Л. Б. Измайлов, Л. И. Быков // НТС «Бурение», 1974. вып. 6, С. 24 – 27.
65. **Колесников, Т. И.** Буровые растворы и крепление скважин [Текст] / Т. И. Колесников, Ю. Н. Агеев. – М., Недра, 1975.
66. Кольская сверхглубокая [Текст] / Е. А. Козловский, Н. И. Андрианов, [и др.] ; - М. : Недра, 1984. – 490 с.
67. **Коротаев, Ю.П.** Избранные труды: В 3 т. / Под ред. Р.И. Вяхирева. - М.: Недра, 1999. - Т. 2. - 476 с.: ил. - ISBN 5-247-03807-X
68. **Кочетов, О.С.,** Виброизолированный помост. / О. С. Кочетов, М. О. Кочетова, Т. Д. Ходакова, А. В. Петухова // Патент РФ на изобретение № 2298120. Опубликовано 27.04.2007. Бюллетень изобретений № 12.
69. **Кочетов, О.С.** Расчет пространственной системы виброзащиты // О. С. Кочетов «Безопасность труда в промышленности». 2009. № 8. С. 32-37.
70. **Кошлаков, Г. В.** Рациональный комплекс геофизических методов исследований в связи с проблемами тектоники и направлением нефтегазопоисковых работ в десятой пятилетке / Г. В. Кошлаков, Я. А. Беккер, Е. С. Кузнецов, А. Т. Дуркин, Ю. Ф. Коновалов, Л. М. Фахиева // Тр. ин-та / Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1976. - Вып. 183. – С. 3 – 15.
71. **Красюк, А. Д.** О действующих нагрузках на обсадные колонны, возникающих вследствие температурных напряжений и давлений – Нефтяное хозяйство, 1985, № 8, С 39 - 42.

72. **Кривошеин, Д. А.** Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Горькова. – 3-е изд, С-П: Лань, 2023. – 340 с.
73. **Крылов, Н. А.**, – Перспективные направления поисков нефти и газа в РТ и Киргизской Республике / Н. А. Крылов, Ю. И Заболотная, М. С. Кучеря // «Вестник ассоциации буровых работ подрядчиков», № 1, 2008 г, С. 29-34
74. **Куцын, П. В.** Вышко-монтажник [Текст] / П. В. Куцын. – М.: Недра, 1981. – 333 с.
75. **Лебзин, Е. В.** Прогнозные запасы палеогеновых и мезозойских отложений Северного Таджикистана и направление дальнейших поисково-разведочных работ на нефть и газ / Е. В. Лебзин, Л. Г. Штейнберг, А. К. Гаязова // Тр. ин-та / Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1976. - Вып. 183. – С. 37 – 44.
76. **Логвиненко, С. В.** Новая технология приготовления тампонажных растворов [Текст] / С. В. Логвиненко. Краснодар, КЦНТИ, 1974.
77. **Мадатян, С. А.** Арматура железобетонных конструкций / С. А. Мадатян. М. Недра 2000. 256 с.
78. **Малахова, А. Н.** Армирование железобетонных конструкций / А. Н. Малахова. М. Недра 2014. 116 с.
79. **Мардахаев, А. А.** Охрана труда: история, теория, практика / А. А. Мардахаев. Львов: Вища школа, 1984. 140 с.
80. Материалы по ВСП на скважине № 10 Восточный Супетау. 1977. – 18 с.
81. **Меламед, Я.Р.** и др. Прогноз нефтегазоносности мезозойских и кайнозойских отложений Таджикской ССР, Душанбе, 1979 г.
82. **Минаева, И.А.** Формирование эффективной культуры безопасности как направление совершенствования системы охраны труда на предприятиях нефтегазовой отрасли. Безопасность труда в промышленности / И. А. Минаева, Газизов В. Р. – 2018. – № 8. – С. 48-52.

83. **Мирзаджанзаде, А. Х.** Гидравлика глинистых и цементных растворов / А. Х. Мирзаджанзаде, А. А. Мирзоян, Г. М. Гевинян, М. К Сеид-Рза, - М., Недра, 1966.
84. **Мстиславская, Л. П.** Основы нефтегазового производства [Текст] / Л. П. Мстиславская, М. Ф. Павлинич, В. П. Филиппов. – 3-е изд. - М. : Издательство «НЕФТЬ И ГАЗ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2008. – 274 с.
85. **Персиянов, В. В.** Инженерные расчеты в безопасности жизнедеятельности [Текст] / В. В. Персиянов, Л. Л. Никифоров , О. М, Пирогова, И. Д. Мурашов. – С-П: Лань, 2023. – 128 с.
86. **Песляк, Ю. А.** Расчет напряжений в колоннах труб нефтяных скважин [Текст] / Ю. А. Песляк. – М., Недра, 1973.
87. **Петров, В. С.,** Отчёт о работе Ленинабадской сейсмической партии за 1962 – 1963 гг / В. С. Петров, Н. В Петрова..
88. **Петрухин, В. В.** Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации / В. В. Петрухин, С. В. Петрухин. Инфра-Инженерия, Москва 2010 г.
89. **Попов, В. И.** История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Ташкент, Изд-во Комитета наук Уз ССР, 1938.
90. Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности – 2-е изд. Утв. Госгортехнадзором СССР 31.01.1974 – М. : Недра, 1975. – 253 с.
91. Проект строительства скважины № 3 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 33 с.
92. Проект строительства скважины № 1 Западный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1966 г. - 36 с.
93. Проект строительства скважины № 10 Восточный Супетау. Материалы Нефтеабадского Управления буровых работ, 1977 г. - 88 с.
94. **Рахимова, Н. Н.** Безопасность нефтяной и газовой промышленности [Текст] / Н. Н. Рахимова, Оренбург: ОГУ, 2019. – 192 с.
95. **Резанов, И. А.** Сверхглубокое бурение [Текст] / И. А. Резанов. – М. : Наука, 1981. – 160 с.

96. **Республика Таджикистан. Законы.** "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (в редакции Закона РТ от 28.12.2005 г. №135 от 13.06.2007 г. №282, от 18.06.2008 г. №398, от 6.10.2008 г. №434, от 28.12.2013 г. №1053, от 02.01.2020 г. №1682).
97. **Республика Таджикистан. Законы.** «О ГОСУДАРСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН» от 05.10. 2009 года № 553.
98. **Савченко, В.П.** Новые методы промышленной разведки и оценки запасов газовых месторождений / А. Л. Козлов, Н. В. Черский. - ГОСИНТИ, 1959 г.
99. **Сайдрахмонзода, С. С.** Контроль и управление репрессией на пласт в процессе бурения проектируемых поисково - разведочных скважин на площади Махрам с целью снижения георисков и техногенных воздействий. / С.С. Сайдрахмонзода, Ш.Ф. Валиев//Наука, технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. - №4. - С. 153-157.
100. **Сайдрахмонзода, С. С.** Особенности глубинного строения и выбор оптимальной конструкции поисково-разведочных скважин с целью доразведки нефтегазоносной площади Махрам/С.С. Сайдрахмонзода// Известия АН РТ, отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук, - 2018. -4(173)., - С.152-159.
101. **Сайдалиева, М. С.** Тектоника и закономерности формирования и размещения залежей нефти и газа Ферганской впадины. Автореф. канд. дис. Ташкент, 1969 г.
102. **Сароян, А. Е.** Трубы нефтяного сортамента [Текст] / под ред. А. Е. Сарояна; 3-е издание – М; Недра, 1987. – 488 с.
103. **Середа, Н. Г.** Бурение нефтяных и газовых скважин [Текст] / Н. Г. Середа, Е. М. Соловьев – М. : Недра, 1974.
104. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. М.: Госстандарт.1991. 31 с.
105. **Судаков, С. П.** Геологическое строение Супетауской антиклинали. пос. Сырдарыинский, 1963 г.

106. **Тимченко, Р. А.** Производственная безопасность в нефтегазовой отрасли [Текст] / Р. А. Тимченко // Молодой ученый – № 3, 2023. – 192 с. 104-105
107. **Федосов, А.В.** Особенности организации промышленной безопасности и охраны труда на предприятиях нефтегазовой отрасли / А. В. Федосов, Н. В. Вадулина, В. В. Шабанова, Н. Х. Абдрахманов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. – № 4. – С. 193-201.
108. **Федосов, А.В.**, Охрана труда. / А. В. Федосов, Н. В. Вадулина, Шарафутдинова Г.М., Н. Х. Абдрахманов, Расулов С.Р. Издательство УГНТУ. – 2017. – 422 с.
109. Фондовые материалы ООО «Сугдгео». 2012 – 2013 гг.
110. **Харачих, Г. И.** Специальная оценка условий труда [Текст] / Г. И. Харачих, Э. Н. Абильтарова, Ш. Ю. Абитова, 3-е изд., С-П, Лань, 2024. – 184 с.
111. **Ходакова, Т.Д.**, Экспериментальные стендовые исследования динамических характеристик пневматического виброзащитного сиденья оператора самоходных сельскохозяйственных машин / Т. Д. Ходакова, И. В. Кальянов, А. В. Синев, А. М Елин //Информационный сборник «Охрана труда». М.: Всероссийский центр охраны труда (ВЦОТ), 2004г., Вып.№7. С.44-51.
112. **Ходжаев, А. Р.** Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности северного борта Ферганской впадины [Текст] : автореф. дис. канд. геол-минерал. наук : 136 / А. Р. Ходжаев. – М., 1969. – 30 с.
113. **Широков, Ю. А.** Охрана труда Текст] / Ю. А. Широков, 6-е изд., С-П, Лань, 2025. – 376 с.
114. **Щелкачев, В. Н.**, Подземная гидравлика / В. Н. Щелкачев, Б. Б. Лапук, М.-Л.:Гостоптехиздат. 1949г.–525 с.
115. **Яковец. Ю. А.** К прогнозированию нефтегазоносности Таджикистана по геохимическим критериям [Текст] / Ю. А. Яковец, Т. А. Сафранов, Е. Б. Яковец // Тр. ин-та / Всесоюз. науч. – иссл. геол. разв. нефт. ин-т. - 1974. - Вып. 159. – С. 133 – 142.

116. Скважина «Шахринав 1-п» станет самой глубокой в Таджикистане: [Электронный ресурс]. 2010. URL: <https://energyland.info> (дата обращения: 09.10.2021).
117. Бурение нефтегазовой скважины «Шахринав 1-п»: [Электронный ресурс]. 2013. URL: <https://www.asiaplustj.info> (дата обращения: 18.10.2021).
118. Бурение нефтегазовой скважины «Шахринав 1-п» подошло к концу: [Электронный ресурс]. 2013. URL: <https://tlinform.com.info> (дата обращения: 23.10.2021).
119. «Шахринав 1-п» достигнута проектная глубина в 6300 м: [Электронный ресурс]. 2013. URL: <https://www.asiaplustj.info> (дата обращения: 23.10.2021).
120. «Газпром» подтверждает наличие нефти и газа: [Электронный ресурс]. 2014. URL: <https://tj.sputniknews.ru>, info (дата обращения: 23.10.2021).
121. Технологии контроля безопасности: [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://goo.su/etqa> (дата обращения: 07.06.2022).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ СОИСКАТЕЛЯ

*Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК
при Президенте Республики Таджикистан и других зарубежных
рецензируемых журналах.*

[1-А] **Ибрагимов И. М.** Краткий очерк развития нефтяной и газовой промышленности северного Таджикистана / И. М. Ибрагимов // "Учёные записки" № 4. ХГУ им. акад. Б. Гафурова Серия естественных и экономических наук. - 2011 г. стр. 159 – 167.

[2-А] **Ибрагимов И. М.** Вопросы добычи и переработки тяжёлой нефти юга Таджикистана / И. М. Ибрагимов // «Наука и инновация», ТНУ Серия Геология. .2022 г. № 2, стр. 12 – 17.

[3-А] **Ибрагимов И. М.** К вопросу бурения глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Северо-Западной Ферганы / И. А. Сайдаминов, И. М.

Ибрагимов // «Наука и инновация» ТНУ Серия Техника, УДК 622.337.2. - 2022 г. № 3. стр. 58 – 62.

[4-А] **Ибрагимов И. М.** Буровые установки для бурения глубоких и сверхглубоких скважин на структурах Северо-Западной Ферганы. / Р. О. Азизов, И. М. Ибрагимов // «Наука и инновация» ТНУ Серия Техника, УДК 622.337.2, 2023 г. № 1. стр. 33 – 39.

[5-А] **Ибрагимов И. М.** Вопросы охраны водных ресурсов при бурении нефтяных и газовых скважин в условиях Таджикистана / И. М. Ибрагимов, Р.О. Азизов. // «Водные ресурсы, энергетика и экология» НАНТ Серия Водные ресурсы, УДК 621.833.681, 2023 г. № 1. стр. 75 – 80.

[6-А]. **Ибрагимов И. М.** Вопросы охраны окружающей среды и обеспечение безопасности при бурении глубоких нефтяных и газовых скважин / И. М. Ибрагимов // Горный вестник Узбекистана, № 93 (2) 2023 г. Серия Экология, УДК 622.271.622.3, стр. 116 – 119.

Статьи и тезисы в публикациях конференций

[7-А]. **Ибрагимов, И. М.** Разработка и внедрение мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов и земель в производственном объединении "Таджикнефть" / И. М. Ибрагимов // В сб. Таджикского общества охраны природы «Охрана природы Таджикистана», , посвящ.60-летию образования СССР. - Душанбе, "Дониш". - 1983 г. - Выпуск 3. С. 76 – 82.

[8-А]. **Ибрагимов, И. М.** История развития нефтяной и газовой промышленности Согдийской области / И. М. Ибрагимов // В материалах IV Респуб. научно-практ. конф. - 22 апреля 2011 г. Чкаловск. - 2011 г, С. 53 – 58.

[9-А]. **Ибрагимов, И. М.** Анализ разработки нефтяных местоскоплений Согдийской области и перспективы развития / И. М. Ибрагимов // В матер. V Межд. научно-практ.конф. 25.04.2014 г. Чкаловск. - 2014 г. стр. 22 – 26.

[10-А]. **Ибрагимов, И. М.** Усулҳои истеҳсоли энергияи барқӣ аз ҳисоби энергияи фишори гази табиӣ ҳангоми истиҳроҷи он аз конҳо / И. М. Ибрагимов, А. К. Кодиров // Маводҳои конф. V илмӣ-амалии байналмил 25.04.2014. Чкаловск. с. 99 – 103.

[11-А]. **Ибрагимов, И. М.** Строительство сверхглубокой поисковой скважины № 1 «Шахринав - 1П лицензионной площади Сарикамыш» / И. М. Ибрагимов / В матер. научно-практ. конф. 24.10.2015 г. Чкаловск. стр. 8 – 11.

[12-А]. **Ибрагимов, И. М.** Геолого-технические особенности строительства сверхглубокой поисковой скважины «Шахринав - 1п лицензионной площади Сарикамыш / И. М. Ибрагимов // В матер. научно-практ. конф. 14.04. 2016 г. Чкаловск. с

[13-А]. **Ибрагимов, И. М.** Состояние и проблемы переработки нефти в Согдийской области / И. М. Ибрагимов // В матер. межд. научно-практ. конф. 30.04.2016 г. Бустон. стр. 74 – 77.

[14-А]. **Ибрагимов, И. М.** О результатах глубокого бурения и перспективах нефтегазоносности Северо-Западной Ферганы / И. М. Ибрагимов // В матер. научно-практ. конф. «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых» 30.04.2018 г. Бустон. с.

[15-А]. **Ибрагимов, И. М.** О некоторых вопросах сейсморазведочных работ при поисках месторождений нефти и газа / И. М. Ибрагимов // В матер. республ. научно-практ. конф. «Современные проблемы разработки горно-металлургической и энергетической отраслей Республики Таджикистан» 17 ноября 2018 г. Бустон, стр. 16 – 19.

[16-А] **Ибрагимов И. М.** Значимость результатов сейсморазведочных работ при поисках месторождений нефти и газа / Р. О. Азизов, И. М. Ибрагимов // В матер. Между. научно-практ. конф. «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек в связи с влиянием изменения климата на ледники и гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии». Душанбе, 27 мая 2023 г, УДК 553.983, стр. 71-75.

[17-А]. **Ибрагимов, И. М.** Промышленная безопасность при бурении нефтяных и газовых скважин / Г. М. Самадова, И. М. Ибрагимов // В матер. II ежегодной научно-практ. конф. «Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана за годы независимости страны», ДКМТ, 09.12.2023 г. стр. 57-58.

[18-А]. **Ибрагимов, И. М.** Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1490 от 19.04.2024 г на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Малый патент на изобретение «Способ монтажа оснований буровых установок на сборно-разборных железобетонных фундаментных блоках многократного использования»





АКТ
внедрения научно-исследовательской работы

Составлен представителями ОАО «Сугднафтутгаз» и Горно-металлургического института Таджикистана: заместителем генерального директора Туракуловым У., главным геологом Зоировым Ш., главным механиком Юнусовым Я., главным технологом Назировым А. Х., заведующим кафедрой Геологии и нефтегазового дела к. б. н. Олимовым А. А. и старшим преподавателем Ибрагимовым И. М. о том, что разработанные диссертантом Ибрагимовым Искандаром Мирзаевичем сборно-разборные железобетонные фундаментные блоки многократного пользования для буровых установок «Уралмаш – 4Э-76» и «Уралмаш – 3Д-76» были внедрены и используются на буровом предприятии ОАО «Сугднафтутгаз».

По расчётом и чертежам, разработанным диссертантом, блоки изготовлены на Исфаринском и Канибадамском заводах железобетонных изделий и уже в течение нескольких лет используются ОАО «Сугднафтутгаз».

В результате внедрения работы комплексно решён ряд вопросов:

1. сокращены затраты на строительство фундаментов и рекультивацию земель;
2. ликвидирована практика оставления в земле бутобетонных фундаментов;
3. сокращена доля ручного труда;
4. на 3 дня против нормативных сроков сокращены сроки строительства буровых установок.

Фактический экономический эффект от использования результатов этой работы на предприятии составляет 41817 сомоний в год.

Зам. генерального директора ОАО «Сугднафтутгаз»

Главный геолог ОАО «Сугднафтутгаз»

Главный механик ОАО «Сугднафтутгаз»

Главный технолог ОАО «Сугднафтутгаз»

Зав. кафедрой ГИ и НГД

Старший преподаватель

Туракулов У.

Зоиров Ш.

Юнусов Я.

Назиров А. Х.

Олимов А. А.

Ибрагимов И. М.



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор ОАО «Сугднефтегаз

Бобобеков Г. Д.

« 06 » 01 2020 г.

АКТ

внедрения научно-исследовательской работы

Составлен представителями ОАО «Сугднефтегаз» и Горно-металлургического института Таджикистана: заместителем генерального директора Туракуловым У., главным геологом Зоировым Ш., главным механиком Юнусовым Я., главным технологом Назировым А. Х., заведующим кафедрой Геологии и нефтегазового дела к. б. н. Олимовым А. А. и старшим преподавателем Ибрагимовым И. М. о том, что разработанная доктором Ибрагимовым Исандаром Мирзаевичем замкнутая система повторного использования технической воды при строительстве нефтяных и газовых скважин с использованием буровых установок «Уралмаш – 4Э-76» и «Уралмаш – 3Д-76» была внедрена и используется на буровом предприятии ОАО «Сугднефтегаз».

В результате внедрения работы комплексно решён ряд вопросов:

1. ежесуточный расход пресной воды сокращен с 120 м³ / сутки до 90 м³ / сутки;
2. сокращен расход химических реагентов на обработку бурового раствора;
3. сокращено загрязнение окружающей среды за счёт уменьшения испарения сточных вод;
4. сокращены затраты на рекультивацию земель по окончании строительства скважины.

Фактический экономический эффект от использования результатов этой работы на предприятии составляет 74356 сомоний в год.

Зам. генерального директора ОАО «Сугднефтегаз»

Туракулов У.

Главный геолог ОАО «Сугднефтегаз»

Зоиров Ш.

Главный механик ОАО «Сугднефтегаз»

Юнусов Я.

Главный технолог ОАО «Сугднефтегаз»

Назиров А. Х.

Зав. кафедрой ГИ НГД

Олимов А. А.

Старший преподаватель

Ибрагимов И. М.