МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

Әбдірахман Азат Талғатұлы

Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07218 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева
Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

УДК 553.43: 553.536 (574) (043) На правах рукописи

Әбдірахман Азат Талғатұлы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра

Название диссертации	Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское
Направление подготовки	Специальность 7М07218 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых

Научный руководитель, к.г.м.н.,
ведущий геолог ТОО «Два Кей»
_____ В.Ю. Селезнева
«27»__03____2021г.

Производственный руководитель
Зам. начальника ГО
рудника "Каратау»
_____Н.Н.Арынов
«29»__03____2021г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
Доктор PhD, ассоц. профессор

_____А.А. Бекботаева
«_28_»_____ 2021г.

Рецензент, Доктор PhD,
ст. научный сотрудник
«Института геологических наук
им. К.И.Сатпаева»
_____ Р.Т. Баратов
«27»__03___2021г.

Нормоконтролер, к.г.м.н.
Лектор каф. ГСПиРМПИ
_____ С.К. Асубаева
«27» апреля 2021г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

Специальность 7М07218 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
Доктор PhD, ассоц. Профессор
_____ Бекботаева А.А.
“ 28 ” _____03_____2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Әбдірахман Азат Талғатұлы

Тема магистерской диссертации: “Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское ”

Утверждена приказом Ректора Университета №330-М от "11" ноября 2019г.

Срок сдачи законченной работы "27"апреля 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: Геологические, геотехнологические, текстовые и графические материалы по месторождению урана Буденновское.

Перечень
Подлежащих к разработке в магистерской диссертации вопросов:
а) Обоснование на проведение РВР в технологических скважинах
б) Основные проблемы при проведение ремонтных-восстановительных работ
в) Внедрение новых методов на месторождение

Рекомендуемая основная литература:

1 Аубакиров Х.Б. и др. Отчет Чулак-Курганской экспедиции № 5 за 1982-1986 гг. "Выделение перспективных площадей для поисков месторождений урана в отложениях мезозоя-кайнозоя ЮЗ части ЧСД и палеозоя хр. М.Каратау с составлением геологических карт масштаба 1:200 000". Алматы, фонды АО "Волковгеология", 1986
2 Берикболов Б.Р., Вершков А.Ф., Александров Ю.С. Отчет с подсчетом запасов урана по залежи I в южной части месторождения Буденновское по состоянию на 01.01.2004 г. Алматы, фонды АО "Волковгеология", 2004

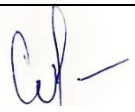
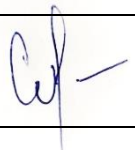
ГРАФИК

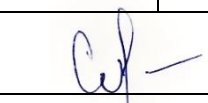
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Общие сведения о месторождении Буденновское	20.02.2021 г.	
Геологическое строение, тектоника и характеристика уранового оруденения	26.02.2021 г.	
Технология добычи, строительство полигона, бурение и период эксплуатации	05.03.2021 г.	
Ремонтно-восстановительные работы на полигоне, новые методы	13.03.2021 г.	

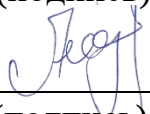
Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень,звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения о месторождении Буденновское	Селезнева В.Ю., к.г.м.н. ведущий геолог ТОО «Два Кей»	20.02.2021 г.	
Геологическое строение, тектоника и характеристика уранового оруденения	Селезнева В.Ю., к.г.м.н. ведущий геолог ТОО «Два Кей»	26.03.2021 г.	
Технология добычи, строительство полигона, бурение и период эксплуатации	Селезнева В.Ю., к.г.м.н. ведущий геолог ТОО «Два Кей»	05.03.2021 г.	
Применение новых методов РВР	Селезнева В.Ю., к.г.м.н. ведущий геолог ТОО «Два Кей»	13.03.2021 г.	
Нормоконтролер	Асубаева С.К., к.г.м.н. лектор каф. «ГСПиРМПИ»	25.03.2021 г.	

Научный руководитель  В.Ю. Селезнева

(подпись)

Задание принял к исполнению  А.Т. Әбдірахман

магистрант (подпись)

Дата "27" 03 2021 г

АҢДАТПА

Жұмыс учаскенің геологиялық сипаттамасын, Буденов кен орнының 2-учаскесінде жүргізілген геотехнологиялық жұмыстардың сипаттамасын қамтиды. Технологиялық ұңғымалардың істен шығуының негізгі себептері, технологиялық ұңғымалар үшін жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының қандай әдістері және Қаратау кенішінің геотехнологиялық полигонында қолданылатын жаңа әдістер көрсетілген. Жөндеу және қалпына келтірудің әртүрлі әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері кестеде және схемаларда көрсетілген. 2019-2020 жылдар кезеңінде статистикалық деректер алынды (МРК (жөндеу аралық цикл), Шығыс және т.б.). Атап айтқанда, "пневматикалық үрлеу" жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының жаңа әдісі сипатталған: жүргізу технологиясы, қажетті жабдықтар, басқа технологиялармен салыстыру, қолдану нәтижелері, экономикалық әсер және т. б.

АННОТАЦИЯ

Работа содержит геологическую характеристику района, описание проведенных геотехнологических работ на участке 2 месторождения Буденовское. Показаны основные причины выхода технологических скважин из строя, какие методы ремонтно-восстановительных работ используются для технологических скважин и новые методы применяемые на геотехнологическом полигоне рудника «Каратау». Преимущества и недостатки разных методов ремонтно-восстановительных работ приводится в таблице и диаграммах. Выведены статистические данные за период 2019-2020 г.г. (МРЦ (межремонтный цикл), дебит и т.п.). В частности, описывается новый метод ремонтно-восстановительных работ «Пневмо-продув»: технология проведения, необходимое оборудование, сравнение с другими технологиями, результаты применения, экономический эффект и т.д.

ANNOTATION

The work contains a geological description of the site, a description of the geotechnological work carried out on site 2 of the Budenovsky field. The main reasons for the failure of technological wells, which methods of repair and restoration work are used for technological wells and new methods used at the geotechnological test site of the Karatau mine are shown. The advantages and disadvantages of various methods of repair and restoration work are shown in the table and diagrams. Statistical data were obtained for the period 2019-2020 (MRC (inter-repair cycle), consumption, etc.). In particular, a new method of repair and restoration works "Pneumatic purge" is described: the technology of carrying out, the necessary equipment, comparison with other technologies, the results of application, the economic effect, etc.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	10
1	Общие сведения о районе и особенности геологического строения участка 2 месторождения Буденовское	12
1.1	Физико-географическая характеристика, инфраструктура местности, экономика	12
1.2	Геологическое описание строения месторождения Буденовское и участка	15
1.2.1	Стратиграфия мезозойско-кайнозойского чехла	15
1.2.2	Тектоника района	20
1.3	Характеристика уранового оруденения	23
1.3.1	Литолого-фациальная и геохимическая характеристика продуктивных горизонтов. Контроль уранового оруденения	25
1.3.2	Морфологические особенности рудных залежей	26
1.3.3	Вещественный и минералогический состав руд и вмещающих пород	29
1.3.4	Минералого-петрографическая характеристика руд и вмещающих пород	29
1.3.5	Урановая минерализация	29
1.3.6	Характеристика сопутствующих элементов	31
2	Геотехнология добычи урана	34
2.1	Бурение и сооружение технологических скважин	34
2.2	Обвязка опытного блока и транспортировка растворов	36
2.3	Способ раствороподъёма	36
2.4	Транспортировка растворов	39
2.5	Технологический узел закисления и распределения выщелачивающих растворов (ТУЗ и УРВР)	40
2.6	Узел приёма продуктивных растворов (УППР)	43
2.7	Обвязка закачных и откачных скважин	43
2.8	Обеспечение геотехнологического поля электроэнергией	43
3	Фактические результаты проведения опытных работ	48
3.1	Производительность скважин и блока ОПВ	48
3.2	Баланс продуктивных и выщелачивающих растворов	49
3.3	Область растекания растворов в плане	48
3.4	Работа опытного блока на стадии закисления	50
3.5	Характеристика продуктивных растворов	52
3.5.1	Стадия закисления	52
3.5.2	Стадия выщелачивания	53
4	Ремонтно-восстановительные работы в технологических скважинах различными методами	58
4.1	Основание для проведения ремонтно-востановительных работ	58

4.2	Ремонтно-восстановительные работы в скважинах 2 участка. Основные причины, приводящие к необходимости проведения капитального ремонта скважин	59
4.3	Риски нарушения целостности скважины и вывода её из строя во время проведения РВР ремонтными установками	60
4.4	Способы восстановления производительности технологических скважин	64
4.5	Технические средства проведения ремонтно-восстановительных работ	61
4.6	Общие принципы планирования службы по ремонту технологических скважин	62
4.7	Эффективность ремонтно-восстановительных работ в технологических скважинах в диаграмме	73
5	Экономический эффект	75
	Заключение	79
	Экспериментальная часть	81
	Список использованных источников	85
	Приложение А	87
	Приложение Б	88
	Приложение В	89

ВВЕДЕНИЕ

Магистерская диссертация выполнена на реальных производственных материалах месторождения Буденовское (Туркестанская область). Целью магистерской диссертации является изучение геологического строения месторождение Буденовское и проведение опытно-промышленных работ, направленных на интенсификацию добычи продуктивных растворов из эксплуатационных блоков и скважин с применением комплекса химических реагентов по увеличению проницаемости закольматированныхпродуктивных горизонтов. Определение эффективности применения химических реагентов в условиях сернокислотного подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана для увеличения производственных показателей скважин и межремонтного цикла, уменьшения сроков отработкиэксплуатационных блоков. Максимально снижение себестоимости готового продукта (ГП).

Задачами магистерской диссертации являются:

1) Изучение геологической характеристики и геолого-структурных особенностей строения месторождения Буденовское;

2) Анализ современного состояния по участку геотехнологического полигона;

3) Проведение опытно-промышленного испытания скважин рудника «Ирколь» с применением химического комплекса реагентов многофункционального назначения для ремонтно-восстановительных работ.

Предмет исследования: Эксплуатационные блоки и геотехнологические скважины месторождение Ирколь. Научная новизна: Важной задачей добывающих предприятий является поиск и изучение новых методов восстановления скважин для повышения эффективности добычи, освоения месторождений урана в сложных трудно проницаемых геологических формаций. Непрерывное совершенствование процессов восстановления скважин в будущем позволит интенсифицировать показатели по освоению месторождений в сложных геологических формированиях.

Актуальность. Казахстан обладает разнообразными полезными ископаемыми. Обладая многообразными геологическими условиями и крупнейшими ресурсами различных полезных ископаемых, по запасам природного урана занимает одно из лидирующих в мире. По содержанию урана преобладают бедные и рядовые руды. Однако данные месторождения уникальны тем, что при рядовых содержаниях урана они пригодны для отработки методом подземного скважинного выщелачивания. Подземное скважинное выщелачивание (ПСВ) руд с естественной проницаемостью предполагает замену поровой и свободно гравитационной жидкости в пласте на растворитель. В результате взаимодействия растворителя с твердой и жидкой фазами горных пород в недрах протекают различные физико-химические процессы, в том числе растворение различных минералов. Эксплуатации систем геотехнологических скважин способом ПСВ показывает, что с течением времени наблюдается снижение их производительности. Одной из основных причин снижения производственных

показателей технологических скважин является увеличение гидравлических сопротивлений и снижение фильтрационных характеристик пласта из-за образования кольматации, за счет осаждения веществ, растворенных в технологических растворах, или механического перемещения частиц рудовмещающего горизонта, а также выделений газа. При решении проблем с кольматацией скважин, в первую очередь необходимо определить вид кольматации (кольматантов) скважин, а затем подбором наиболее подходящих декольматантов для обработки как фильтров, так и прифильтровых зон. Наиболее эффективным средством для ликвидации кольматации фильтровой зоны является комплексная обработка с бифторидом аммония, оно обладает значительным преимуществом перед традиционными методами. Месторождение Буденовское второе месторождение урана, подготовленное для освоения ПСВ в Инкай-Буденовском рудном районе, входящяя в Шу-Сарысуйскую урановорудную провинцию. Месторождение является частью уникального по запасам Инкай-Буденовского рудного района.

Работа содержит: 89 страниц, 26 рисунков, 15 таблиц, 47 литературных сточников.

В настоящее время на добычных предприятиях АО «НАК «Казатомпром» происходит снижение интенсивности отработки геологических блоков и уменьшение концентрации металла в продуктивных растворах по различным причинам, которые требуют детального исследования и тщательной проработки. Одной из причин является кольматация, виды кольматации:

При вскрытии (освоение) блоков в сложных горно-геологических условиях возникают серьезные осложнения и необратимые процессы вызывающие снижение проницаемости при скважинной зоны продуктивного пласта (ПЗП), что резко увеличивает сроки освоения и приводит к дополнительным затратам. Для повышения эффективности разработки урановых месторождений необходима разработка и совершенствование комплексных аппаратов сочетающих в себе физические и химические методов проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР) в скважинах, с целью увеличения дебита и сокращении экономических затрат.

1. Общие сведения о районе и геологических особенностях участка 2 месторождения Буденовское

1.1 Физико-географическая характеристика, инфраструктура местности, экономика

Участок 2 месторождения Буденновское расположен в юго-западной части Шу-Сарысуйской урановорудной провинции (Рис.1.1). Территория представляет собой орографически пологую аккумулятивную равнину, примыкающую с северо-востока к хребту Большого Каратау. Рельеф характеризуется чередованием возвышенностей, пологих бугров и речных долин, вытянутых в северном и северо-восточных направлениях. На севере от участка расположены бугристые и ячеистые пески массива Моинкум, вытянутые полосой шириной от 20 км до 30 км с запада на восток. Пески аллювиально-эоловые, покрыты бедной пустынной растительностью. Абсолютные отметки равнинной части +125 м, песчаного массива -310 м.

В смежной части к пустыне наблюдается прерывистая полоса солончаков и соров северо-западного направления, наиболее крупные солончаковые озера (Айжайкын, Ащиколь) расположены в низовьях реки Шу в северной части месторождения и к северо-западу от него.

Гидрографическая сеть развита слабо. Река Шу имеет сток в зимне-весенний период, а в летнее время превращается в цепочку плесов с горько-соленой водой. Небольшие горные реки с Большого Каратау теряются в рыхлых отложениях конусов выноса [1].

Растительность представлена саксаулом, солончаково-боялычовым комплексом. В доль рек Шу и Сарысу развита луговая растительность, камыш и тамариск.

Скудная флора и аридность климата установили своеобразие фауны. Крупные животные представлены млекопитающими: сайгаками, джейранами, кабанами, мелкие – грызунами: сусликами, тушканчиками, песчанками, земляными зайцами. Из хищников встречаются волк, лиса, корсак.

Представители пернатого мира особенно разнообразны в период весенне-осенних перелетов. В это время встречается до 150 различных видов птиц.

Из насекомых, представляющих повышенную опасность для человека, надо отметить скорпиона, фалангу, каракурта.

Климат резкоконтинентальный с холодной малоснежной зимой (до минус 40 °С) и с жарким (до плюс 40 °С) засушливым летом. Количество осадков в равнинных частях территории не превышает 190 мм в год (в горных частях от 300 мм до 400 мм). Максимум их (до 85%) приходится на зимне-весенний период. Отопительный сезон – с 15 октября до 15 апреля. Глубина промерзания почвы – от 50 см до 60 см [1].

Население в районе распределено неравномерно, но сконцентрировано, в основном, вблизи гор Каратау и реки Шу. Ближайшие населенные пункты –

село Каратау и поселок Аксумбе, расположенные в 40 км южнее месторождения у подножий хребта Большой Каратау. В 60 км севернее располагается поселок Тайконыр - база экспедиции №7 АО "Волковгеология" [2].

Основные промышленные объекты региона связаны с промышленностью добычи урана. В районе уже развиты месторождения Уванас, Минкудук, Инкай, Буденновское, Канжуган, Моинкум, Акдала, построен базовый город Таукент.

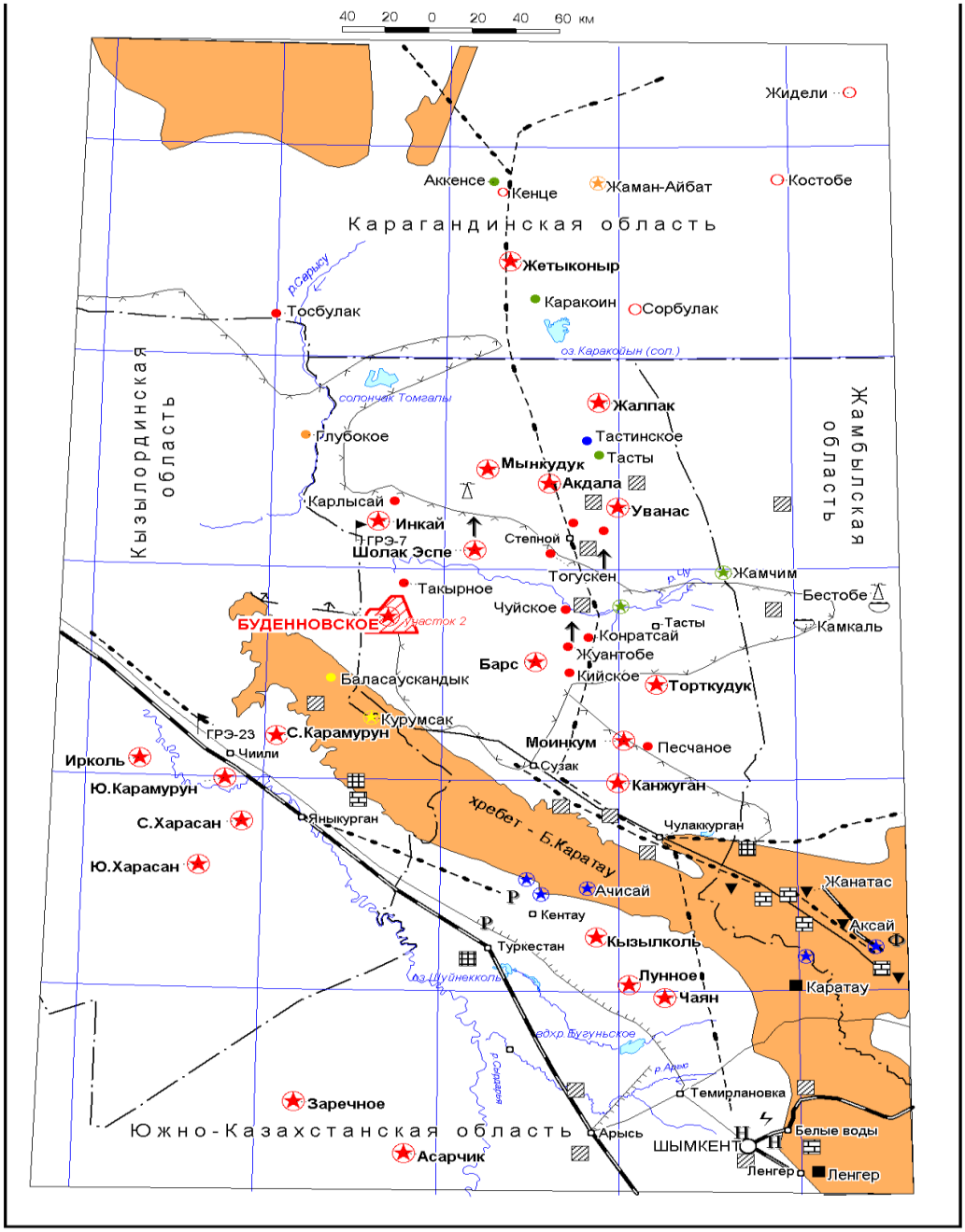


Рисунок 1. Обзорная административная карта района

Рисунок 1. Условные обозначения

Район богат строительными материалами: в горной местности-гранит, известняк, мрамор; в предгорьях-щебень, гравий, глина.

Все рудники, бывшие совхозы соединены с райцентром Шолак-Корган и областными центрами Шымкент и Тараз асфальтированными дорогами. Расстояние от села Каратау до районного центра – 130 км, до г. Шымкент – 330 км, до ж/д станции Жанатас – 200 км.

Энергоснабжение населенных пунктов, в том числе рудников и города Таукент, осуществляется от ЛЭП-110, идущей от Кантагинской ТЭЦ в г. Кентау и от г. Жанатас. Водоснабжение – из артезианских скважин, реже грунтовыми водами, минерализация в которых достигает от 1 г/л до 2 г/л [2].

1.2 Геологического особенности строения месторождения Буденовское и участка 2

Согласно "Инструкции по применению классификации запасов к гидрогенным месторождениям урана" [3] по геолого-промышленному типу месторождение Буденновское относится к гидрогенным месторождениям в проницаемых породах в связи с зонами пластового окисления в областях молодых орогенов [4].

Очень детально вопросы, относящиеся геологического строения района и месторождения, уровня поисковой изученности, характеристики полезных ископаемых и истории развития района в мезозое-кайнозое, показаны в последних отчетах о результатах детальной разведки участка 2 месторождения Буденновское.

Район месторождения находиться в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии, представляющей собой крупную эпикаледонскую впадину, характеризующуюся трехъярусным строением. В её вертикальном разрезе выделяются: 1. Складчатый фундамент, сложенный дислоцированными протерозойскими и раннепалеозойскими образованиями; 2. Промежуточный структурный этаж или литифицированный осадочный слой; 3. Платформенный чехол, представленный слаболитифицированными мезозойско-кайнозойскими отложениями, вмещающими промышленное урановое оруденение, поэтому его характеристике уделяется особое внимание [5].

В пределах рудного поля месторождения складчатый фундамент залегает на глубинах свыше 2 км. Средне-верхнепалеозойские осадочные отложения промежуточного этажа выходят на дневную поверхность в пределах северо-западной оконечности хребта Большого Каратау, а на самом месторождении они вскрыты рядом скважин на глубинах от 540 м до 750 м с закономерным пологим погружением в направлении Главного Каратауского разлома. В их составе выделяются комплексы раннекаменноугольной морской терригенно-карбонатной формации, перекрытые континентальной серией осадков мощностью до 1500 м: джезказганской (C2-3dž) и жиделисайской

(P1žd) свит. В составе последних доминируют красноцветные алевролиты с прослоями песчаников [6].

1.2.1 Стратиграфия мезозойско-кайнозойского чехла

Образования нижнего мезозоя в районе месторождения практически не известны. Наиболее древние из них, предположительно юрские (J_{1-2}), встречены в единичных скважинах на Аксумбинском выступе на глубине 580 м. Это типичная континентальная терригенная моласса, сложенная серыми алевролитами, песчаниками с обильными углефицированными растительными остатками. В пределах Леонтьевского грабена (хребет Большого Каратау) этот комплекс является угленосным [6].

1.2.1.1 Платформенный мел-палеогеновый комплекс

Слаболитифицированный мезозойско-кайнозойский платформенный комплекс представляет особый интерес, т.к. в нем сконцентрировано все промышленное практически значимое оруденение урана Инкай-Буденновской рудной зоны.

Нижний мел (K_1). Нижнемеловые отложения вскрыты скважинами в западной части профиля I на Аксумбинском поднятии на глубинах от 490 м до 540 м. Это вишнево-красные глины с прослоями глинистых алевролитов, мощностью до 22 м. Возраст (апт-альб – сеноман) дан условно по аналогии с нижним мелом Сырдарьинской депрессии.

Верхний мел (K_2). Отложения верхнего мела залегают в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии на глубинах от 250 м до 670 м и глубже, представлены нелитифицированными породами, сформированными в условиях озерно-аллювиальной и предгорно-аллювиальной равнин. На кровле палеозоя они залегают почти горизонтально или с весьма пологими (до 2°) углами падения [7].

В основу стратиграфического расчленения разреза положены принципы цикличности и ритмостратиграфии с использованием данных каротажей, а также палеонтологического определения возраста и анализов вещественного состава глин и песков. В районе Буденновского месторождения выделяются три горизонта верхнего мела (снизу вверх): мынкудукский, инкудукский и жалпакский [8].

Мынкудукский горизонт (K_2t_1mk) вскрывается скважинами на глубинах от 410 м до 790 м и сложен преимущественно мелко-среднезернистыми светло-серыми песками с тонкими (до 0,1 м) слойками серых и темно-серых алевролитов и глин. На долю грубозернистых разностей с гравием и галькой приходится от 10 % до 40% от объема породы. Мощность горизонта 0-40 м. В пределах участка преобладающая мощность составляет 28-30 м. Характерно понижение в пределах месторождения подошвы горизонта в юго-, юго-западном направлении в сторону хребта Большого Каратау с глубин от 680 до

740 м. Пески олигомиктовые с примесью полимиктового материала с пленочным и поровым цементом (монтмориллонит и каолинит). Реже наблюдается карбонатный, железистый и мангано-сидеритовый цемент. Породы содержат углефицированное органическое вещество ($C_{орг}$ от 0,01 % до 5%) в ассоциации с сульфидами железа [8]. В кровле горизонта содержание глинистой фракции возрастает, увеличивается количество и мощность глинистых и алевритовых прослоев, что позволяет отличать мынкудукские породы от более грубых пород инкудукского горизонта с большой степенью уверенности, несмотря на то, что крупноплощадные ("региональные), достаточно мощные прослои слабопроницаемых и непроницаемых пород, зачастую отсутствуют. К тому же, поскольку воды мынкудукского горизонта являются более солеными, граница между горизонтами достаточно уверенно отбивается по диаграмме КС.

Инкудукский горизонт (K_2t_2-stin) залегает на глубинах от 330 м до 720 м (в районе участка 2 от 530 м до 650 м, с постепенным погружением на запад и юг) с размывом, но без углового несогласия, на мынкудуке, а на юге, в районе Жабакольского профиля непосредственно на породах палеозойского фундамента.

Мощность макроритма от 100 до 140, в среднем 120 м, возрастая иногда до 150 м на участках эрозионных врезов в нижележащий мынкудукский горизонт. В составе инкудука на площади месторождения выделяется три подгоризонта: для участка 2 ориентировочно нижний – от 30 м до 35 м; средний – от 60 м до 65 м и верхний – от 25 м до 30 м. Граница между ними, в известной степени, относительна и контролируется линзовидными прослоями алевритов и глин непостоянной мощности [7].

В составе макроритма преобладают разнозернистые и грубозернистые пески с прослоями мелко-среднезернистых и гравийно-галечных образований. На долю грубозернистых пород падает до 90 % всего объема горизонта. Встречаются как довольно редкие маломощные (до 0,5 м) прослои темно-серых и пестроцветных уплотненных алевритов и глин, так и достаточно крупные как по площади (первые сотни тыс.м), так и по мощности (3-15 м, реже до 20 м) водоупоры. Окраска пород горизонта в основном сероцветная, в средней части – зачастую встречается пестроцветная и в верхней – пестроцветно-сероцветная. В нижней части разреза отмечаются прослои (до 0,5 м) плотных песчаников на карбонатном цементе. По минералогическим особенностям породы инкудука практически не отличаются от нижележащего мынкудукского горизонта.

Нижняя граница горизонта достаточно уверенно устанавливается по появлению в разрезе грубообломочных отложений, а верхняя подчас выделяется с трудом вследствие значительного размыва, хотя и без значительного углового несогласия. Тем не менее, верхняя граница горизонта сложена преимущественно глинами, алевритами и глинистыми породами. Верхняя граница горизонтов также достаточно четко устанавливается по

диаграммам КС, вследствие значительной разности солености воды между жалпакским и инкудукским горизонтами.

Жалпакский горизонт (K_2km-P_1^1gp) залегает на инкудукском с незначительным перерывом. Расчленяется на два подгоризонта: нижний-сероцветный и верхний-пестроцветный. Граница между пестроцветной и сероцветной частями горизонта – геохимическая, соответствует уровню стояния грунтовых вод раннепалеоценового времени [7].

Отложения пестроцветной части горизонта представлены преимущественно песками средне-мелкозернистыми зеленовато-желтовато-буро-красных тонов и оттенков. Верхняя часть подгоризонта сложена красновато-бурыми глинами с реликтовыми зелеными пятнами. Глины карбонатизированы и являются региональной границей разделения соленых вод мелового комплекса от пресных палеогеновых вод. Мощность "пестрого" подгоризонта от 20 м до 60 м.

В сероцветной части горизонта развиты серые среднезернистые косослоистые полевошпат-кварцевые пески с примесью гальки и гравия. Нередко в них присутствует углефицированный детрит. Сероцветные породы сменяются по простиранию зеленоцветными, эпигенетически восстановленными. Мощность этой части горизонта от 10 м до 20 метров.

По минералогическому составу породы жалпака идентичны осадкам нижележащих горизонтов.

В целом разрез верхнего мела района Буденновского месторождения хорошо коррелируется с разрезом Инкайского и Мынкудукского месторождений. Отличительным свойством разреза здесь является значительное повышение красноцветных отложений в объеме жалпакской свиты, а также уменьшение мощности до полного выклинивания вблизи ГКР отложений нижних горизонтов верхнего мела (мынкудука и базальных, наиболее грубозернистых пачек нижнего инкудука) [9].

Палеогеновые отложения представлены континентальными (палеоцен) и морскими (эоцен) образованиями.

В разрезе палеогена выделяются горизонты: уванасский (канжуганский), уюкский, иканский и интымакский. Выделяемый ранее в палеоцене в Сузакской впадине "пестрый" горизонт, как и бюртускенский, по данным специализированных работ является, по существу, частично или полностью восстановленной зоной древнего грунтового окисления в кровле жалпакского горизонта.

Уванасский (канжуганский) ($P_1^{1-2}uv$) горизонт на территории месторождения представлен в нижней части песками мелко-среднезернистыми полевошпат-кварцевыми светло-серыми или зеленовато-белесыми. В основании – серые разнозернистые, местами гравийные пески с линзами темно-серых (до черных) алевропелитов, лигнитов, с отпечатками листовой флоры, УРО. В верхней половине горизонта преобладают зеленые (эпигенетически восстановленные), местами пестроцветные глины, алевропелиты с прослоями черных, насыщенных остатками болотной

растительности. Мощность уванаса стабильна – от 40 м до 50 м, глубина залегания кровли – от 240 м до 510 м.

Уюкский ($Р_1^2$-$Р_2^1$uк) горизонт, мощностью от 40 м до 60 м, сложен глинисто-алевритовыми отложениями серого и темно-серого цвета с чешуей рыб, костным детритом и сульфидами железа. Глубина залегания кровли – от 250 м до 490 м [10].

Иканский ($Р_2^2$iк) горизонт мощностью от 30 м до 50 м залегает на глубинах от 200 м до 450 м и сложен карбонатными глинами и алевритами с прослоями карбонатных песчаников и мергелей. Окраска пород серая, зеленовато-серая, до черной. Отмечаются отдельные маломощные прослои (до 0,5 м) песков разной зернистости.

В связи с тем, что уюкский и иканский горизонты близки по способу образования (мелководный внутренний шельф морского бассейна) и литологии, на геологических разрезах они объединяются в единый иканско-уюкский комплекс.

Интымакский ($Р_2^{2-3}$im) горизонт представлен морскими глубоководными листоватыми глинами серовато-зеленого цвета. В основании отмечаются прослои опоковидных глин. Горизонт мощностью от 140 м до 170 м залегает на глубинах от 30 м до 350 м.

Морские глинистые отложения палеоцена-эоцена слагают мощный региональный водоупор, разделяющий Шу-Сарысуйский артезианский бассейн на две самостоятельные гидродинамические системы – платформенную меловую и позднеальпийскую неоген-четвертичную [10].

1.2.1.2 Позднеальпийский активизационный комплекс

Неогеновые отложения района образуют главную составляющую данного комплекса осадков. Его формирование связано с новейшим этапом тектонической активизации. Основное содержание и существо неотектонического этапа определяется нарастающей интенсивностью тектонических движений. Неогеновую часть верхнего этажа составляют бетпакдалинская свита и тогузкенская толща.

Бетпакдалинская свита ($Р_3^2$-N_1^1). Характерной особенностью ее является слабо проявленная карбонатность и красноцветность: в основном, это красные, красно-бурые глины, массивные, комковатые с включениями зерен кварца, гравия и мелкой гальки кремнистых пород. Максимальная мощность свиты до 180 м отмечается в западной части территории вдоль ГКР [11].

Тогузкенская толща (N_1^2-N_2). Эта серия отложений объединяет ряд местных свит – аральскую, павлодарскую, асказансорскую, андасайскую и кеншагырскую. Толща сложена, в основном, пролювиально-аллювиальными отложениями песчано-гравийно-галечного состава с прослоями песчанистых карбонатных глин и алевритов светло-коричневого, желтовато-серого цвета.

Четвертичные отложения (Q) в районе месторождения представлены всеми отделами и звеньями (от нижнего до современного). Они широко развиты на равнинных участках и выполняют современные речные долины,

сухие русла, такырные и солончаковые котловины, песчаные массивы. Мощность песчаных осадков не превышает 10 м, увеличиваясь до нескольких десятков метров в конусах выноса предгорной части Б. Каратау и в пределах песчаных массивов Моинкум [12].

1.2 Тектоника района

Район месторождения представляет собой западную часть Сузакской впадины. Центральной структурой района является Аксумбинская котловина размером 80×40 км, вытянутая вдоль хребта Большого Каратау в северо-западном направлении с отметками кровли палеозоя до - 600 м. Котловина ограничена с юго-запада горст-антиклиналью Большого Каратау, с запада – Даут-Бугуджильской седловиной, на севере – Бугуджильским поднятием. Юго-западный борт осложнен Аксумбинским выступом размером 6×2 км, прослеживающимся под чехлом в СВ направлении на 20 км.

Даут-Бугуджильская седловина, замыкающаяся с запада Сузакскую впадину – это субмеридиональная поднятая структура с абсолютной отметкой кровли палеозоя – 350 м.

Характерной особенностью современных структур является конформность складок платформенного чехла и рельефа палеозойского основания [12].

Структурно-тектоническое строение Южного фланга рудного поля месторождения Буденновское является довольно сложным и обусловлено его позицией на северо-западном погружении динамично развивающегося горстантиклинального поднятия хребта Большого Каратау. Влияние блоковых структур северо-западной ("каратауской") ориентировки, ограниченных долгоживущими сбросо-сдвиговыми нарушениями, заложенными в верхнем палеозое (возможно и раньше), на палеоморфологию древней поверхности выравнивания доверхнемелового возраста проявляется дифференцированно, увеличиваясь в юго-западном направлении, по мере приближения к ГКР.

Разломная тектоника в районе развита довольно широко. Наиболее ярко проявлены разломы глубокого заложения северо-заподного (Каратауского) направления: ГКР, Аксумбинский и другие. Активизация разломов этого направления с вертикальными и горизонтальными перемещениями в сотни метров связывается с воздыманием горст-антиклинали в неоген-четвертичное время [11].

К рассматриваемой территории относятся также Жуантобинский и Центральный разломы, расположенные на крайнем северо-востоке района и ограничивающие с юго-западное Тастинское поднятие.

Из разломов северо-восточного простирания наиболее крупными являются Даутский и Найманский. Первый разделяет Даут-Бугуджильскую седловину и Аксумбинский выступ. Второй, пересекая месторождение

Буденновское, осложняет северо-восточный борт впадины в виде приразломного желоба.

1.3 Характеристика уранового оруденения

Месторождение Буденновское вместе с северным его продолжением – Инкай, контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудообразующие фронты пластового окисления в проницаемых горизонтах верхнего мела. Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с севера на юг на расстояние около 51 км от профиля 0 (северная граница) до Жабакольского профиля (на юге) [13].

Ширина крыльевых прямолинейных элементов залежей в инкудукском горизонте достигает от 100 м до 400 м (по нормали). Ширина мешковых частей залежей (по границе выклинивания зон пластовых окислении) достигает от 300 м до 500 м, протяженность ролловых частей – от 200 м до 600 м [13].

1.3.1 Литолого-фациальная и геохимическая характеристика продуктивных горизонтов. Контроль уранового оруденения

Положение месторождения во фронтальной части регионального потока пластовых вод, значительная мощность и высокая проницаемость продуктивных горизонтов определили ряд особенностей оруденения на данном объекте [14]. Среди них следует выделить очень сложную морфологию оруденения в плане, что нашло свое выражение в извилистости, глубокой и частой "гофрировке" рудных лент, повторяющих весьма прихотливые очертания рудоконтролирующих границ зон пластовых окислении, большой размах оруденения по вертикали, отчетливо проявленную его многоярусность, очень сложные и разнообразные формы рудных залежей в вертикальных разрезах, значительные масштабы рудоносности, высокую продуктивность залежей и определенные особенности вещественного состава руд [14].

В отличие от месторождений Мынкудук, где основным рудовмещающим горизонтом является мынкудукский, и Инкай, на котором оба горизонта по своей рудоносности примерно равноценны, на Буденновском основные запасы урана сосредоточены в инкудукском макроцикле.

В соответствии с различиями в проницаемости и восстановительной способности пород рудовмещающего горизонта урановое оруденение образует в плане систему сложногофрированных лент, расположенных в близмеридиональной полосе шириной от 4 км до 5 км. Развиваясь с юго-востока на северо-запад многослойная мегазона пластового окисления ступенчато выклинивается, формируя в этом направлении прерывистые залежи вначале в верхнеинкудукском, затем в мынкудукском, и, наконец, в нижнеинкудукском и среднеинкудукском наиболее высокопроницаемых

подгоризонтах. В последних, урановое оруденение контролируется линией полного замыкания зон пластовых окислении в рудовмещающем комплексе [15].

Отличительной чертой Шу-Сарысуйской урановорудной провинции и месторождения Буденновское, в том числе, является практически повсеместная приуроченность промышленного оруденения к сероцветным песчаным и гравийно-песчаным породам, восстановительная способность которых определяется количеством, качеством и формой распределения углефицированного растительного вещества. Сингенетическое происхождение могут иметь и другие восстановители: дисульфиды железа, минералы закисного железа, слюды, сидерит, хлориты и др. Постседиментационные восстановители в породах района проявлены локально и в образовании эпигенетического оруденения играют лишь вспомогательную роль.

Как показали последние геологические исследования в пределах рудного поля месторождения, осложнение рудоконтролирующих региональных зон пластовых окислении напрямую связано с распределением палеофациальных зон в гетерогенном аллювиальном разрезе верхнего мела. Формирование палеодолинных структур, отвечающих за состав и взаимоотношения фаций в разрезе и по латерали, было унаследованным от палеорельефа доверхнемеловой поверхности выравнивания [16]. Причем генеральное северо-западное направление их сохранялось в течение всего периода озерно-аллювиальной седиментации – от нижнетуронского времени до кампана-маастрихта включительно, пока слабо дифференцированные отрицательные движения не прекратились и весь регион не превратился в слабовозвышенную денудационную равнину с очаговой седиментацией преимущественно пролювиально-озерного типа (пестроцветные мелкоземы верхней части жалпакского горизонта).

При расшифровке макроморфологических особенностей рудоформирующих границ зон пластовых окислении надо рассматривать два аспекта:

1 - генеральное направление зоны выклинивания пластового окисления;

2 - усложнение самой границы выклинивания в пределах генеральной зоны.

На геологической карте убедительно показано, что изменение общего направления зон пластовых окислении обусловлено структурно-тектоническим строением крупных блоков, ограниченных разрывными нарушениями северо-западной ориентировки ("каратауской") ориентировки. К северу от проф.XV основное направление зоны – юго-восточное, субпараллельное ограничительным разломам [15]. Затем оно круто, под 90^{o}, меняется на юго-запад (до проф. 1032, 1040), потом опять под тем же углом заворачивает на юго-восток, практически до Придорожного разлома [17]. На Жабакольской площади (Аксумбинская котловина) ориентировка выклинивания региональной зоны пластовых окислении северо-востока, но более усложненная за счет влияния близких структур ГКР.

Представляя собой южную оконечность гигантской дуги Мынкудук-Буденновской ураноносной зоны, выгнутой в северо-западной направлении, участок Южного фланга сам представляет собой крупную дугу II порядка размером 7×8 км, являющуюся усложнением региональной зоны. Положение участка в наиболее погруженной части Сузакской впадины, гетерогенный состав осадочного чехла верхнемелового возраста, обладающего резко дифференцированной фильтрационной неоднородностью и особенностями его первичных геохимических типов (обеднение восстановителями наиболее проницаемых пачек пород) способствовали более глубокому развитию передового фронта выклинивания зон пластовых окислении именно на этой территории. Широкое развитие грубозернистых песчано-гравийных пачек пород в нижних частях ритмов, обладающих максимальной водопроницаемостью, приводило к расслоению единого водного потока кислородных вод артезианского бассейна не только по вертикали (в разных горизонтах), но и по латерали [17].

Обращает на себя внимание четко проявленная унаследованность в распределении литолого-фациальных зон, обладающих различной проницаемостью, во всех продуктивных горизонтах верхнего мела, от мынкудукского до жалпакского включительно. Конфигурации границ выклинивания зон пластовых окислении в них повторяют друг друга, но из-за различий в литологическом составе, а, стало быть, и в фильтрационной неоднородности, разобщены в плане. Граница выклинивания в мынкудуке сдвинута к востоку на 8 км от нижнеинкудукской, а в жалпакском горизонте, наименее проницаемом, расположена вообще в 12 км, за пределами отчетной площади.

В результате неравномерной, пульсирующей седиментации на фоне затухания энергетической мощи аллювиального процесса в инкудукское время сформировались три подгоризонта, отличающихся составом слагающих их пород и разной водопроводимостью. Поэтому зоны пластовых окислении в них, развивающиеся самостоятельно, разобщены не только в разрезе, но и в плане. Передовой фронт региональной зоны пластовых окислении в нижнеинкудукском разрезе прижат к его подошве. В тыловой части зона расширяется, образуя мелкие осложнения в верхнем и нижнем крыльях, постепенно заполняя весь объем проницаемой части разреза. Южнее профиль 1040, где водоупор между инкудукскими подгоризонтами исчезает, зоны пластовых окислении проникает в верхне-инкудукский разрез [16].

1.3.2 Морфологические особенности рудных залежей

Инкудукский горизонт вмещает основные запасы урана на месторождении, а на участке 2 – практически все. Горизонт характеризуется наибольшей мощностью водопроницаемых отложений, относительно низкими восстановительными и высокими фильтрационными свойствами, в силу чего рудоконтролирующая геохимическая граница в нем расположена западнее

остальных, фиксируя, по существу, полное выклинивание региональной зоны пластовых окислении в меловой части разреза.

Морфологические особенности залежей на отчетной территории необходимо рассматривать в двух аспектах – в плане и в вертикальных разрезах.

В плане урановорудные залежи представляют собой извилистые ленты сложной гофрировки. При общем генеральном северо-восточном направлении рудоносной полосы, достигающей на участке 2 протяженности около 6 км (от проф.1026 до XV), направление осложняющих морфологию заливов и тыловых выступов является северо-западная, практически под 90° к генеральному. Общая протяженность извилистой границы выклинивания зон пластовых окислении в нижнеинкудукском подгоризонте составляет около 18 км.

Выдвижение передового фронта зон пластовых окислении в продуктивном горизонте на участке 2 прошло по комплексу руслово-стрежневых фаций, составляя в среднем около 2,5 км. Гофрировка объясняется линзовидно-струйным строением гетерогенных палеодолинных толщ, определяющих неравномерную водопроводимость разных её частей. В водораздельных фациальных зонах наблюдается отставание зон пластовых окислении с образованием тыловых выступов, протяженностью до 1,5 км [17].

Формы залежей в поперечных вертикальных разрезах исключительно разнообразны. Среди них выделяется большая группа монороллов многообразных модификаций с различными соотношениями мешковой и крыльевой частей рудных тел, группа так называемых "каскадных" роллов, образовавшихся при слиянии по вертикали двух и более монороллов; группа "сопряженных" роллов, контролируемых границами сближенных по латерали соседних языков зон пластовых окислении, в результате чего происходит слияние мешковых частей и связанных с ними ролловых тел.

Замковые части роллов имеют ширину от нескольких десятков метров до 200 и более метров при мощности до 20 м, причем выклинивание их происходит тупо, резко, без рудных затеков в сероцветную часть разреза. Крылья роллов развиты повсеместно, причем наиболее выражено верхнее – мощность оруденения в крыльевых частях не превышает первых метров, редко до 5 м. Отдельные рудные тела, останцы, встречаются в тыловой зоне окисления в центральных частях горизонта, что объясняется гетерогенностью разреза, обилием в составе горизонта мелких линз глинисто-алевритовых водоупорных пород [18].

Глубины залегания балансовых руд в инкудукском горизонте на участке 2 плавно увеличиваются с севера на юг от 640 м до 700 м.

1.3.3 Вещественный и минералогический состав руд и вмещающих пород

Состав руд и вмещающих пород продуктивных горизонтов в пределах месторождения изучался по пробам, отобранным из керна скважин, пробуренным как в период поисково-оценочных работ (1988-1990 гг.), так и на стадии детальной разведки (2006-2013 гг.). В первый период опробованию подвергались скважины, пробуренные по сети 800×400-800 метров и при этом бороздовым опробованием для целей спектрального полуколичественного анализа 41 элемента отбирался керн по всему разрезу меловых отложений. На дальнейших этапах оценки месторождения сетью профилей 3200 – 6400 метров закладывались специальные минералого – геохимические профиля, на которых частные пробы, отвечающие положению основных рудных проб, отбирались с целью: количественными методами анализов выявить основные закономерности по локализации элементов – спутников уранового оруденения. На этих же профилях отбирались пробы для изучения вещественного состава пород, вмещающих рудные урановые накопления и – безрудных, в профиле эпигенетической зональности. На последнем этапе разведки те же элементы – спутники изучались также количественными методами из групповых проб, отобранных в рудных интервалах. На всех этапах поисков и разведки для целей выявления минерального состава урановых минералов, отбирались пробы для проведения анализов на электронном микроскопе [17].

Основные объемы опробования приведены ниже, в таблице 1.3.3.

Таблица 1.3.3. Объемы и виды опробования керна при минералогических исследованиях

Виды анализов	Един. изм.	Всего проб	В т.ч. по периодам	
			1988-1990гг.	2006-2013гг.
Минералогический анализ	проба	106	91	15
РСА урана	проба	5401/1091*	2050	3351/1091*
РХА радия	проба	5401/1091*	2050	3351/1091*
Объем определения урана	проба	-	14	-

Продолжение таблицы 1.3.3.

Виды анализов	Един. изм.	Всего проб	В т.ч. по периодам	
			1988-1990гг.	2006-2013гг.
м.з.н. урана	проба	-	67	-
Химический тория	проба	26	26	-
Силикатный флуоресцент	проба	108	91	17
Фотометрия калия	проба	24	24	-
УРС	проба	37	37	-
ДРОН	проба	70	47	23
Электронный микроскоп (ЭММА)	проба	16	16	-
Определение урана в воде	проба	124	124	-
Определение рения в воде	проба	67	67	-
Химический рения	проба	74	74	-
РСА тантала, ниобия	проба	20	20	-
РСА рения	проба	3000	2928	72
НАА скандия	проба	3000	2928	72
РСА иттрия	проба	1612	1540	72
РСА селена	проба	1612	1540	72
Σ TR и иттрия	проба	493	421	72
$C_{орг.}$	проба	2928	2928	-
Формы железа	проба	421	421	-
Формы серы	проба	421	421	-
Химанализ CO_2	проба	3173/600*	1400	1773/600*
СА 41 эл.	проба	4271	4271	-
Атомно-адсорбцион., серебро	проба	38	38	-
РСА мышьяка	проба	39	39	-
РСА молибдена	проба	42	42	-
Грансостав	проба	3196/592*	1400	1796/592*
Монолиты	проба	150	126	24

1.3.4 Минералого-петрографическая характеристика руд и вмещающих пород

Урановые руды характеризуются крайне неравномерным распределением гранулометрических классов как в разрезе, так и по площади месторождения. Гранулометрический состав рудных песков показан на таблице 1.3.4.1.

Таблица 1.3.4.1. Гранулометрический состав рудных песков нижнеинкудукского подгоризонта (%)

Профиль	Кол-во проб	Гранулометрические классы, мм							
		5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	<0,05	Всего, %
3[а]	2	1,4	18,2	14,1	19,6	12,8	7,2	11,7	
1048 (4)	6	13,6	7,7	13,5	34,4	12,2	4,6	14,0	
1048 (4[а])	10	9,4	10,0	12,7	29,2	16,2	8,7	13,8	
1016 (6[а])	14	9,5	6,6	8,4	29,4	20,0	8,6	17,5	
1000 (7)	11	7,1	6,3	8,8	22,3	24,4	12,8	18,3	
Среднее по горизонту	43	11,2	9,8	11,5	27,0	17,1	8,4	15,0	100

В составе рудных песков резко преобладают фракции 0,5-0,25 и 0,25-0,1 мм, которые в сумме составляют от 44 % в нижне- среднеинкудукских до 62 % - в верхнеинкудукском подгоризонтах. Глинисто-алевритистая фракция (меньше 0,05 мм) в инкудуке колеблется от 10 % до 25 % (ср.15 %).

Руды силикатные, что хорошо видно из таблицы 1.3.4.2.

Таблица 1.3.4.2. Химический состав рудных песков нижнеинкудукского подгоризонта (%)

Профиль	Кол-во проб	SiO_2	Al_2O_3	MgO	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Na_2O	Прочие
1048 (4)	6	77,40	10,66	0,54	0,06	2,33	1,05	0,72	0,39	3,42	0,89	2,56
1048 (4[а])	17	83,80	7,50	0,30	0,02	2,27	0,46	0,24	0,14	2,31	0,73	2,23
1016 (6[а])	7	81,7	9,39	0,37	0,03	2,54	0,47	0,32	0,08	2,20	0,70	2,33
1000 (7)	13	83,55	8,40	0,37	0,03	2,33	0,21	0,29	0,05	1,89	0,54	2,34
Среднее по горизонту	43	81,60	8,99	0,39	0,04	2,37	0,55	0,39	0,16	2,46	0,72	2,33

В составе рудных песков резко преобладают нерастворимые и труднорастворимые в кислотах минералы (в ср.98,5%) (таблица 1.4). Преобладающими из них являются кварц (до 60,65 %), полевой шпат (до 12,67 %), обломки кремнистых пород (до 18,51 %) и слюды (до 6,1 %). Минералы глин – монтмориллонит, каолинит и слюды находятся в устойчивой ассоциации друг с другом [6]. Ими сложен цемент рудных песков (от 15 % до 20,2 %).

Таблица 1.3.4.3. Минеральный состав урановых руд (растворимость в кислотах, весовые %)

Минералы	Нижнеинкудукский подгоризонт					
	Профиль					
	3а	4 (1048)	4а (1048)	6а (1016)	7 (1000)	среднее
Нерастворимые						
Кварц	58,79	59,27	60,65	52,10	59,85	58,13
Акцессорные минералы	0,19	0,18	0,14	0,25	0,18	0,19
Обломки кремнистых пород	14,67	17,80	14,94	18,51	11,16	15,42
Итого:	73,65	77,25	75,73	70,86	71,19	73,74
Труднорастворимые						
Полевые шпаты	12,67	7,29	8,16	9,89	12,43	10,09
Мусковит	0,42	0,20	0,75	0,30	0,71	0,48
Каолинит	4,38	6,60	8,13	8,62	8,33	7,21
Гидрослюды	2,38	1,84	2,10	2,52	1,75	2,12
Биотит	-	0,1	0,03	-	-	0,03
Монтмориллонит	5,75	5,85	3,79	6,88	4,53	5,36
Органическое вещество	0,09	-	0,01	-	0,39	0,08
Итого:	25,6	21,79	22,93	28,21	28,14	25,33
Растворимые						
Минералы урана	0,54	0,06	0,05	0,02	0,16	0,17
Карбонаты, фосфаты	0,01	-	0,29	0,06	0,14	0,10
Лимонит	-	0,71	0,81	0,72	0,21	0,45
Сульфиды	0,01	0,09	0,16	0,13	0,16	0,11
Селеновые минералы	0,19	-	-	-	-	0,05
Итого:	0,75	0,96	1,36	0,95	0,83	0,93

1.3.5 Урановая минерализация

Урановые минералы представлены коффинитом и настураном, которые встречаются как в цементе, так и на песчаных зернах. В рудах нижнеинкудукского подгоризонта количественное соотношение их примерно равное (1:1), а в рудах среднеинкудукского и мынкудукского горизонтов это соотношение составляет, соответственно, 2,5:1,5 и 1:4, т.е. доля настурана с глубиной увеличивается [6].

Баланс урана по гранулометрическим классам рудных песков инкудукского горизонта представлен в таблице 1.3.5.

Таблица 1.3.5 - Баланс урана по гранулометрическим классам рудных песков нижнеинкудукского подгоризонта

Гранулометрические классы, мм	Выход класса по горизонту (среднее, %), Р	Содержание урана в гранулометрическом классе (среднее, %), С	Весопроцент (РхС)	Баланс урана по гранулометрическим классам (относит. %)
Профиль 3а				
5,0-2,0	16,4	0,0492	0,8069	2,2
2,0-1,0	18,2	0,0648	1,1794	3,1
1,0-0,5	14,1	0,0852	1,2013	3,2
0,5-0,25	19,6	0,1122	2,1991	5,9
0,25-0,1 л.ф.	12,6	0,1908	2,4041	6,4
0,25-1,0 т.ф.	0,2	0,9820	0,1964	0,5
0,1-0,05	7,2	0,4592	3,3062	8,8
Глинистая фракция	11,7	2,2419	26,2302	69,9
Профиль 1048 (4)				
5,0-2,0	13,6	0,0022	0,0299	1,1
2,0-1,0	7,7	0,0016	0,0123	0,4
1,0-0,5	13,5	0,0018	0,0243	0,9
0,5-0,25	34,4	0,0017	0,0585	2,1
0,25-0,1 л.ф.	12,1	0,0054	0,0653	2,3
0,25-1,0 т.ф.	0,1	0,0303	0,0030	0,1
0,1-0,05	4,6	0,0084	0,0386	1,4
Глинистая фракция	14,0	0,1839	2,5746	91,7
Профиль 1048 (4а)				
5,0-2,0	9,4	0,0232	0,2181	4,0
2,0-1,0	10,0	0,0212	0,2120	4,0
1,0-0,5	12,7	0,0174	0,2210	4,1
0,5-0,25	29,2	0,0161	0,4701	8,7
0,25-0,1 л.ф.	16,0	0,0292	0,4672	8,7
0,25-1,0 т.ф.	0,2	0,0806	0,0161	0,3
0,1-0,05	8,7	0,0409	0,3558	6,6
Глинистая фракция	13,8	0,2484	3,4279	63,6
Профиль 1016 (6а)				
5,0-2,0	9,5	0,0118	0,1121	5,8
2,0-1,0	6,6	0,0081	0,0535	2,8
1,0-0,5	8,4	0,0075	0,0630	3,3
0,5-0,25	29,4	0,0057	0,1676	8,7
0,25-0,1 л.ф.	19,9	0,0124	0,2468	12,8
0,25-1,0 т.ф.	0,1	0,0417	0,0042	0,2
0,1-0,05	8,6	0,0212	0,1823	9,5
Глинистая фракция	17,5	0,5026	8,7955	56,9

Продолжение табл.3.5

1	2	3	4	5
Профиль 1000 (7)				
5,0-2,0	7,1	0,0746	0,5297	3,3
2,0-1,0	6,3	0,0681	0,4290	2,7
1,0-0,5	8,8	0,0832	0,7322	4,6
0,5-0,25	22,3	0,0466	1,0392	6,6
0,25-0,1 л.ф.	24,3	0,0728	1,7690	11,2
0,25-1,0 т.ф.	0,1	0,4882	0,0488	0,3
0,1-0,05	12,8	0,1430	1,8304	11,6
Глинистая фракция	18,3	0,5161	9,4446	59,7

Аутигенная минерализация представлена кальцитом (до 0,26 %), пиритом, марказитом (до 0,6 %), лимонитом, гетитом (до 0,81 %).

1.3.6 Характеристика сопутствующих элементов

Урановые руды Буденновского месторождения являются, по существу, монометальными. Набор элементов-спутников, присутствующих в рудных залежах или в их окружении, весьма ограничен, концентрации их очень редко достигают значимых содержаний и не устойчивы по распределению в разрезах и по латерали.

При этом из поливалентных элементов, которые сопровождают уран в его миграционной судьбе в профиле эпигенетической зональности подземных вод, на месторождении Буденновское отмечены накопления только рения и селена. Перепад окислительно–восстановительного потенциала (ОВП) на границе выклинивания зоны пластового окисления в условиях неконтрастного геохимического барьера позволил сформировать минеральные накопления этих элементов ("условные" рудные тела) мощностью по вертикали 1-2 метра, по ширине рудного тела - максимум на одной разведочной скважине, по простиранию – до 100 метров (не отмечается на соседних профилях). Содержания этих элементов на порядки ниже промышленных, проекции таких минеральных накоплений не совпадают с проекцией урановых рудных тел (селен – в окисленной безрудной зоне, рений – в сероцветной, в основном замешковой зоне). Содержания этих элементов и морфологические особенности (разрозненные редкие линзы) исключают геометризацию таких рудных накоплений и – исключают даже теоретический подход по селективной отработке селена и рения. Групповые же пробы из урановорудных интервалов не позволили определить присутствие этих элементов в урановой руде [20].

Для ванадия, молибдена, меди, марганца и других поливалентных элементов перепад ОВП на геохимическом барьере месторождения Буденовское недостаточен и для изменений валентности, позволяющих накопиться этим металлам в масштабах, представляющих хотя бы минералогический интерес.

Последовательное весьма тщательное изучение ППК позволило отметить и совсем уж экзотические накопления германия, мышьяка, никеля, кобальта в связи с присутствием весьма и весьма редких цельных микроскопических (первые сантиметры) древесных остатков "сгоревшей" органики в аллювиальных песках.

Изучение содержаний моновалентных иттрия, скандия, суммы редких земель более однозначно указывает на их инертность, стерильность к процессам эпигенеза. Отмечен весьма невысокий уровень их концентраций (ниже кларка), сингенетический характер редких аномалий в связи с глинистыми минералами во всех зонах и подзонах ЗПО, слабая корреляционная связь с содержанием урана высоких содержаний, которые в свою очередь обязаны аномальным присутствием глинистых минералов как показано на таблице 1.3.6.1.

Таблица 1.3.6.1 - Среднестатистические содержания сопутствующих элементов в профиле эпигенетической зональности

Геохимические типы пород	Re, г/т	Sc, г/т	Y, г/т	Se, %	ΣTR г/т
Пески серые безрудные	0,02 782	2,7 817	9,9 172	0,003 125	69,9 172
Пески серые рудные	0,02 151	2,2 148	8,3 134	0,006 127	65,6 131
Пески окисленные	0,02 649	2,4 690	10,4 147	0,004 163	69,3 171
Глины и алевриты	0,02 77	19,7 278	34,3 144	0,009 174	161,5 137

Рений. Распределение Re в урановых рудах в целом неравномерное. Наибольшие концентрации (до 0,27 г/т, скв. 10518, пр.1016) установлены в центральной части отвода в местах усложнения геохимических границ. Концентрации Re образуют маломощные (до 2,0 м, скв.10184) не протяженные (до 100 м) линзы, приуроченные к передовым участкам рудного ролла. Рениевые ореолы редко совмещаются с урановой рудой и чаще смещены за её пределы во фронтальной части потока [8]. Урановые руды с Re представлены средне-крупнозернистыми или грубозернистыми песками, с горошинами или стяжениями (до 15 мм) карбонатов и сопровождаются смещением радиоактивного равновесия до 340 %. Самостоятельные рениевые ореолы образуют сложнопостроенные линзы, протяженностью до 100 м при мощности до 2 м (скв.10561).

Среднее содержание Re в рудах участка составляет, в основном, менее точности анализа (0,02 г/т) и групповыми пробами выявлено спорадически. Так, из 39 групповых рудных проб, отобранных из скважин на проф. 1016(6а) и 7, только в 4-х пробах получены значимые значения содержаний рения – от 0,12 г/т до 0,33 г/т.

Скандий. Распределение его в урановых рудах определяется литологическим типом пород. Содержание в рудах колеблется в узких пределах (от 1,2 г/т до 4,6 г/т и соответствует его содержаниям во вмещающих породах.

Наибольшее количество его отмечается в каолиновых корах выветривания (до 25,6 г/т, скв.10125) пермских аргиллитов.

В песках содержание Sc увеличивается пропорционально увеличению глинистой составляющей вне зависимости от положения в эпигенетической зональности. Среднее содержание Sc в рудах – 2-3 г/т [6].

ΣTR и иттрий распределены в урановых рудах неравномерно в зависимости от литологического состава. Наибольшие концентрации ΣTR и иттрия (до 260 г/т, скв.1054) установлены в серых алевритах подзоны рассеяния урана, при фоновых содержаниях 70-80 г/т в рудной и безрудной зоне.

Селен распределен в рудах неравномерно. Наибольшие концентрации встречаются в тыловых частях ЗПО в окисленных оруденелых песках (до 0,102 %, скв.10103). При относительно низких (среднее 0,003 %) содержаниях в неизмененных породах, отдельные повышения (до 0,08 %) установлены в виде маломощных (до 1,7 м) линз, протяженностью до 100 м. В большинстве случаев в пробах обнаружен мелкокристаллический пирит.

Тщательное изучение кернового материала позволило выявить все теоретически возможные аномалии в присутствии элементов – спутников уранового оруденения, определить характер их накопления как представляющий минералогический интерес для поливалентных элеменов, контрастность барьера для которых минимально достаточна (это рений и селен); для всех других элементов, теоретически присутствующих совместно с ураном в его миграционной судьбе, контрастность барьера – недостаточна для масштабного изменения валентности (это ванадий, молибден, медь, марганец). Сингенетический характер весьма редких аномалий и присутствие в урановой руде в ниженекларковых содержаниях определены для моновалентных иттрия, скандия, суммы редких земель. Редкие, экзотические накопления в растительном детрите выявлены для германия, мышьяка, никеля, кобальта.

На стадии промышленной отработки урановых руд, несмотря на фактическое отсутствие ППК, из продуктивных растворов месторождения Буденовское отбирались пробы на определение элементов, представляющих собой коммерческий интерес [17]. Ниже, в таблице 3.7 приведены их содержания.

Таблица 1.3.6.2. Содержание редкоземельных химических элементов в продуктивных растворах на участке 2 месторождения Буденновское

Квартал	Кол-во проб	Наим. пробы	Ce, мг/дм^3	Dy, мг/дм^3	Er, мг/дм^3	Eu, мг/дм^3	Gd, мг/дм^3	Ho, мг/дм^3	La, мг/дм^3	Lu, мг/дм^3	Nd, мг/дм^3	Pr, мг/дм^3	Sm, мг/дм^3	Tb, мг/дм^3	Tm, мг/дм^3	Yb, мг/дм^3	**Σ РЗЭ, мг/дм^3**	Sc, мг/дм^3	Y, мг/дм^3	Re мг/дм^3
2010 г.4-й кв.	1	ПР ЦНС	6,66	0,51	0,62	0,098	1,16	0,11	2,63	0,041	2,88	0,73	0,86	0,28	0,24	0,14	16,96	0,25	1,88	0,060
2011 г.1-й кв	1	ПР ЦНС	6,94	0,55	0,58	0,18	1,43	0,109	2,66	0,055	3,31	0,50	0,72	0,24	0,29	0,15	**17,71**	0,24	1,90	0,075
2011 г.2-й кв	1	ПР ЦНС	6,69	0,47	0,51	0,14	1,04	0,041	2,74	0,047	2,99	0,55	0,97	0,35	0,30	0,24	**17,07**	0,26	2,15	0,047
2011 г.4-й кв	1	ПР ЦНС	6,15	0,46	0,56	0,13	1,44	0,13	2,50	0,049	2,95	0,58	0,63	0,30	0,36	0,16	**16,40**	0,24	1,93	<0,0016
2012 г.4-й кв	1	ПР ЦНС	5,51	0,64	0,45	0,11	0,72	0,017	2,26	0,055	2,43	0,61	0,43	0,16	0,053	0,16	**13,60**	-	-	-
2013 г.1-й кв	1	ПР ЦНС	6,48	0,48	0,60	0,135	0,72	0,12	2,65	0,047	3,050	0,57	0,86	0,46	0,16	0,17	**16,49**	0,65	1,89	0,053
2013 г.2-й кв	1	ПР ЦНС	6,94	0,535	0,61	0,153	0,76	0,12	2,94	0,050	3,16	0,72	0,92	0,18	0,10	0,19	**17,37**	0,69	2,11	0,064
2013 г.3-й кв	1	ПР ЦНС	7,34	0,526	0,65	0,154	0,77	0,088	3,01	0,053	3,523	0,65	0,63	0,36	0,129	0,19	**18,08**	0,75	2,23	0,055
2013 г.4-й кв	1	ПР ЦНС	7,78	0,55	0,67	0,158	0,79	0,090	2,93	0,0585	3,62	0,659	0,65	0,38	0,13	0,200	**18,67**	0,753	2,27	0,051
2014 г.1-й кв	1	ПР ЦНС	5,68	0,52	0,47	0,105	0,80	0,052	2,09	0,054	2,59	0,31	0,61	0,44	0,12	0,15	**13,98**	0,50	1,42	0,045
2014 г.2-й кв	1	ПР ЦНС	7,36	0,58	0,53	0,15	0,90	0,091	2,70	0,0069	2,50	0,27	0,66	0,24	0,0026	0,21	**16,21**	0,74	2,13	<0,0016
2014 г.3-й кв	1	ПР ЦНС	7,17	0,48	0,49	0,128	0,74	0,090	2,42	0,063	2,36	0,37	0,85	0,36	0,092	0,18	**15,80**	0,52	1,92	0,0038
2014 г.4-й кв	1	ПР ЦНС	6,87	0,45	0,50	0,12	0,72	0,086	2,34	0,062	2,18	0,35	0,81	0,38	0,095	0,17	**15,14**	0,52	1,86	0,0040

2. Геотехнология добычи урана

2.1 Бурение и сооружение технологических скважин

Бурение и сооружение технологических скважин осуществлялось экспедицией № 7 АО "Волковгеология".

Всего на опытном участке пробурено 24 скважины, в том числе:

- откачных – 4скв. (рис. 2.1.1);
- закачных – 18 скв. (рис. 2.1.2);
- наблюдательных – 2 скв.

Работы выполнялись буровым станком ЗИФ-1200МР, смонтированным на базе передвижной установки БПУ-1200У конструкции АО "Волковгеология".

Исходные данные для бурения и сооружения скважин:

- Средняя глубина скважин: 640÷670 метров;
- Статический уровень подземных вод: от +20 метров и выше от поверхности земли;
- Понижение статического уровня при откачках: -10 ÷ -15 метров;
- Удельный вес жидкости, заполняющей скважину: 1,01 т/м^3;
- Средний удельный вес рудовмещающих пород: 1,7 т/м^3;
- Коэффициент неоднородности пород: от 1,0 до 1,1.
- Средняя категория пород по буримости: 4,5;
- Плановый дебит откачных скважин: 10 м^3/час;
- Приёмистость закачных скважин: 2,5÷3,0 м^3/час;
- Средняя мощность рудного тела: 8 м (максимальная – до 30 м).

Конструктивно скважины представляют собой колонну, состоящую из оголовка, обсадной колонны, щелевого фильтра и отстойника [6].

Этапы бурения технологических скважин:

1) Бурение "пилот-скважины". Допустимое отклонение оси скважины от вертикали – 1° на 100 м. Вскрытие рудной зоны, уточнение интервалов рудного тела и интервала установки фильтровой колонны;
2) Первичные геофизические исследования (ГИС). Контроль за отклонением направления скважины, уточнение интервалов рудной зоны и установки цементного кольца;
3) Расширение скважины;
4) Обсадка скважины колонной обсадных труб с одновременной установкой фильтровой колонны;
5) Геофизические исследо¬вания скважины. Проверка целостности колонны, резьбовых соединений, проверка интервала установки фильтров;
6) Установка цементного кольца;
7) Геофизические исследо¬вания качества цементного кольца. Определение мощности, качества и интервала установки цементного кольца;

8) Гидроизоляция затрубного пространства;

9) Освоение скважины. Минимальный дебит 25 м3/час. Максимальное содержание твёрдых взвесей 50 мг/л. Допустимая запесоченность отстойника 20 %. Данные освоения заносятся в журнал освоения скважины;

10) Геофизические исследования: Расходометрия проводится с шагом 0,5 м по фильтровой зоне для проверки работоспособности фильтра. Сдача скважины Заказчику;

11) Демонтаж.

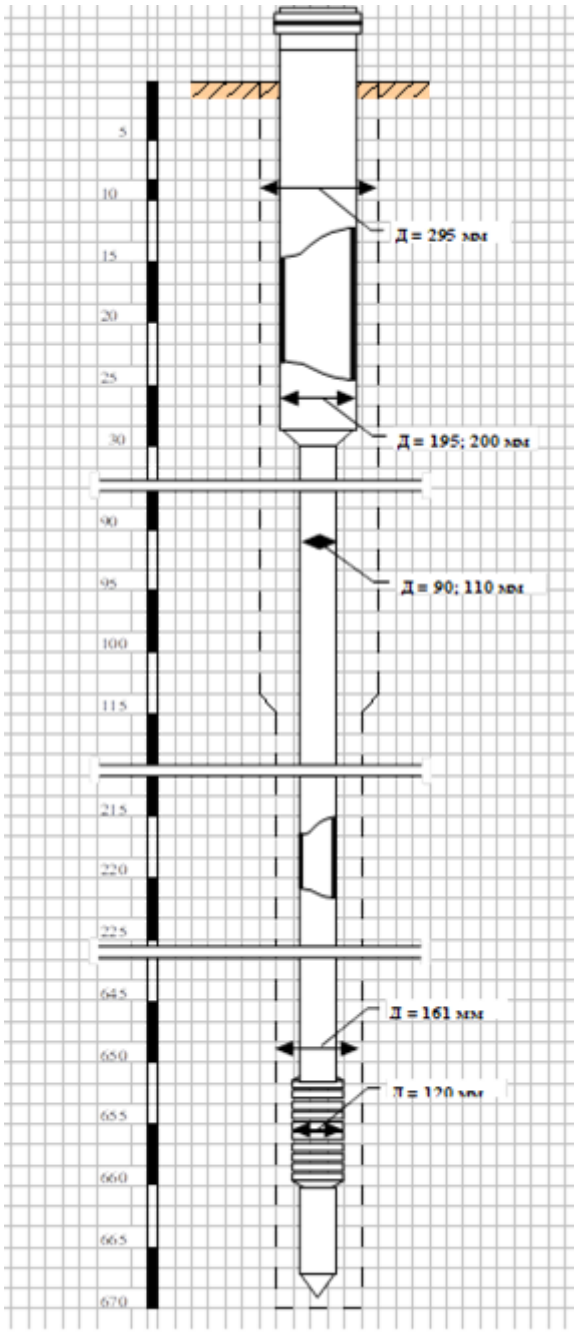


Рисунок 2.1.1 - Конструкция откачной скважины

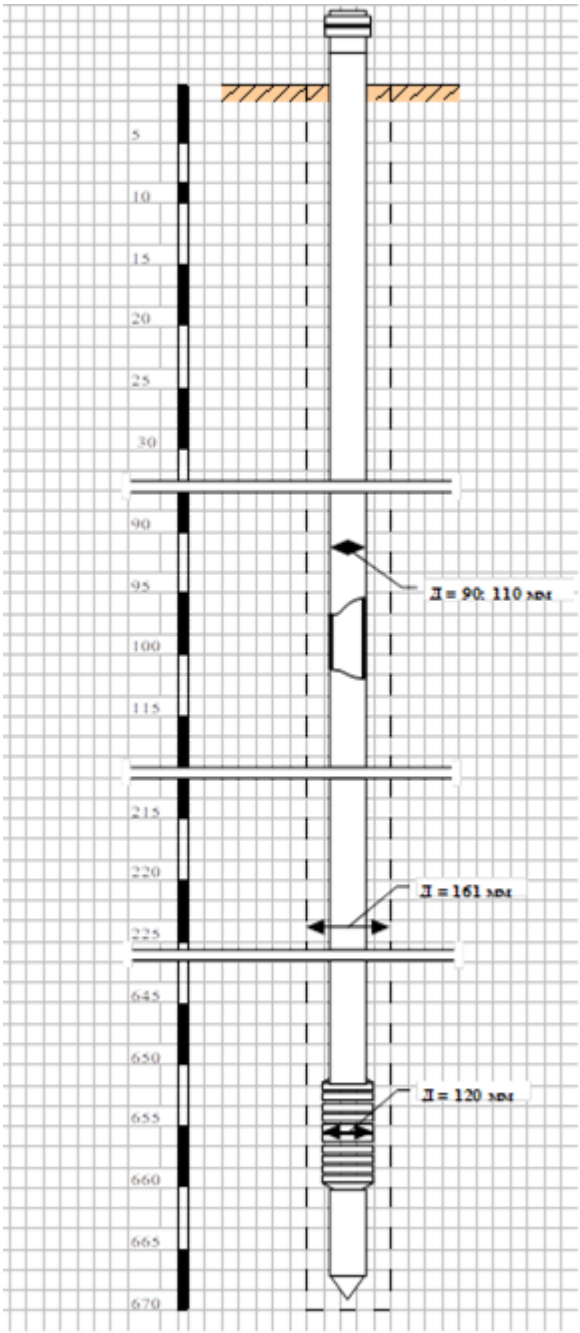


Рисунок 2.1.2 - Конструкция закачной (наблюдательной) скважины

2.2 Обвязка опытного блока и транспортировка растворов

Строительно-монтажные работы в целом на полигоне скважин включают в себя:

– прокладку магистральных растворо- и кислотопроводов соответственно от пескоотстойников ПР и ВР и склада серной кислоты пром. площадки до участков полигона скважин;

– монтаж участковых технологических узлов закисления растворов (ТУЗ), распределения выщелачивающих растворов (УРВР), приёма продуктивных растворов (УППР);

– прокладку воздушных и кабельных линий электропередач напряжением 0,4 кВ;

– прокладку и строительство подъездных путей (дорог, путепроводов и др.) от пром. площадки до участков [12].

2.3 Способ растворо подъёма

Наличие избыточного давления растворов в скважинах (самоизлива) и необходимость транспортировки продуктивных растворов в пескоотстойник ПР, расположенный на пром. площадке на расстоянии порядка 300 м от опытного участка, определили выбор насосного способа растворо подъёма.

Марка погружных насосов выбрана с учётом необходимости обеспечения заданного дебита откачных скважин и транспортировки продуктивных растворов до пескоотстойника по достаточно ровному рельефу местности (абсолютные отметки поверхности меняются незначительно – от 130,0 м до 130,5 м).

На опытном участке используются погружные насосы производства фирмы "Grundfoss" со следующими характеристиками на таблице 2.1:

Таблица 2.1 - Характеристика погружных скважинных насосов

Марка насоса	Диаметр, мм (дюймы)	Мощность эл. двигателя, кВт	Напор, м вод. ст.	Производительность, $м^3$/час
SP-17-14N	**152,0 (6)**	**9,2**	**120**	**15÷17**

2.4 Транспортировка растворов

Магистральные трубопроводы ПР слабонапорные, давление растворов в них создаётся погружными насосами, установленными в откачных скважинах.

Наличие отдельного трубопровода ПР от опытного участка (УППР-1) до пескоотстойника пром. площадки рудника – трубы ПНД-С диаметром 110 мм (ГОСТ 118599-83), обеспечивает "чистоту" проводимого опыта.

Откачные скважины технологического блока 1 также через УППР-1 по отдельной магистрали ПР – трубы ПНД-225С, запитаны на пескоотстойник ПР пром. площадки.

Подача выщелачивающих растворов в скважины опытного участка и технологического блока 1 осуществляется нагнетанием закачными насосами центральной насосной станции (ЦНС) под давлением 6÷7 атм. по магистральному трубопроводу из труб ПНД-190С с разводкой по УРВР-1 и УРВР-2 трубами ПНД-110С.

Магистральный кислотопровод выполнен трубами из ст. 20 диаметром 76÷89 мм (ГОСТ 8732-78), работающий также под давлением 6÷7 атм.

Разводка до ТУЗ-1 (УРВР-1) и ТУЗ-2 (УРВР-2) от магистрального кислотопровода произведена трубами из ст. 20 диаметром 57÷76 мм.

Обвязка полигона технологических скважин магистральными трубопроводами пр, вр и кислотопроводами показана ниже (рис. 2.3). Внутриблочная обвязка скважин и обвязка УППР, УРВР (рис. 2.4).

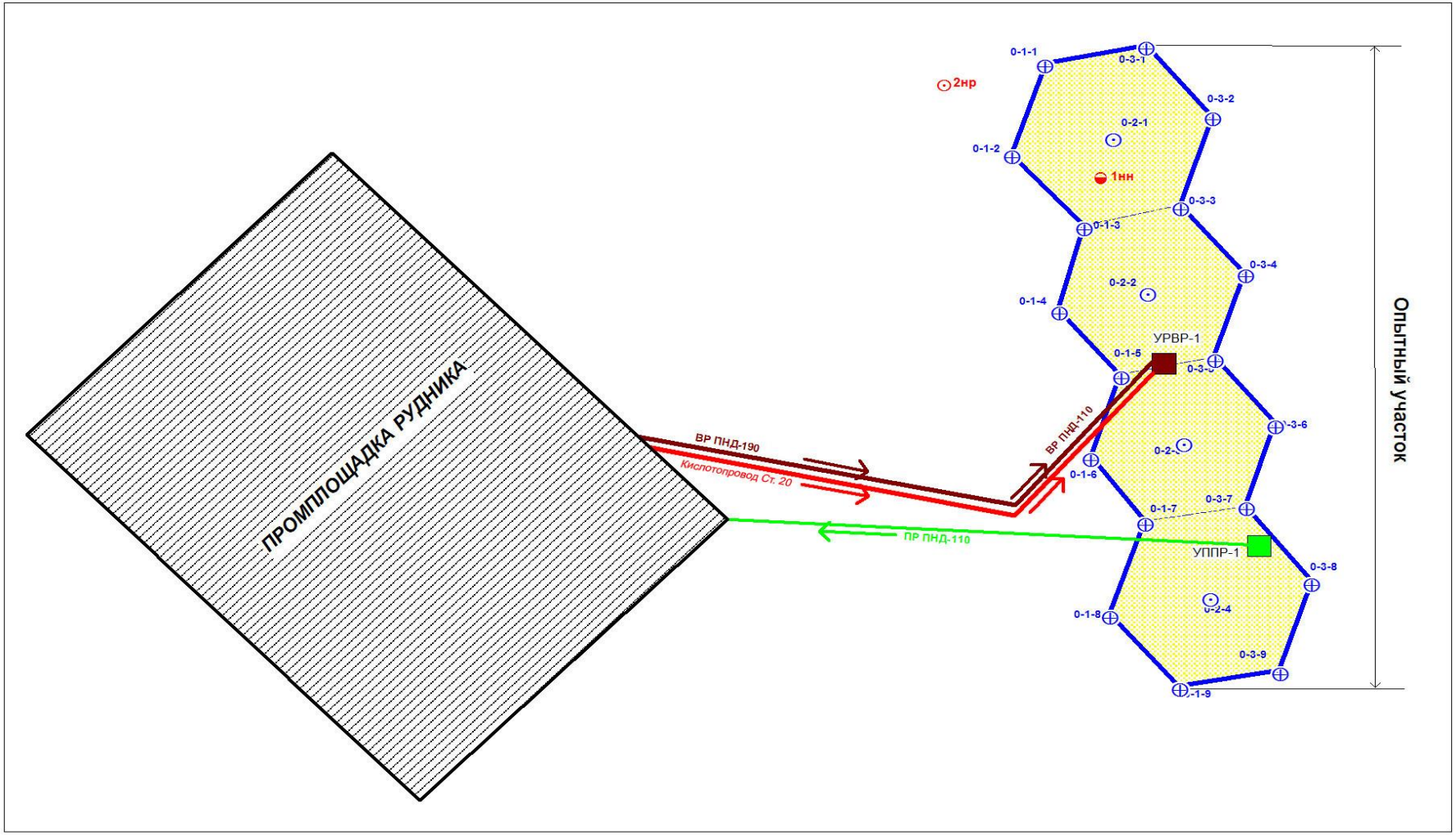


Рисунок 2.3 - Обвязка полигона технологических скважин магистральными трубопроводами Пр, вр и кислотопроводами

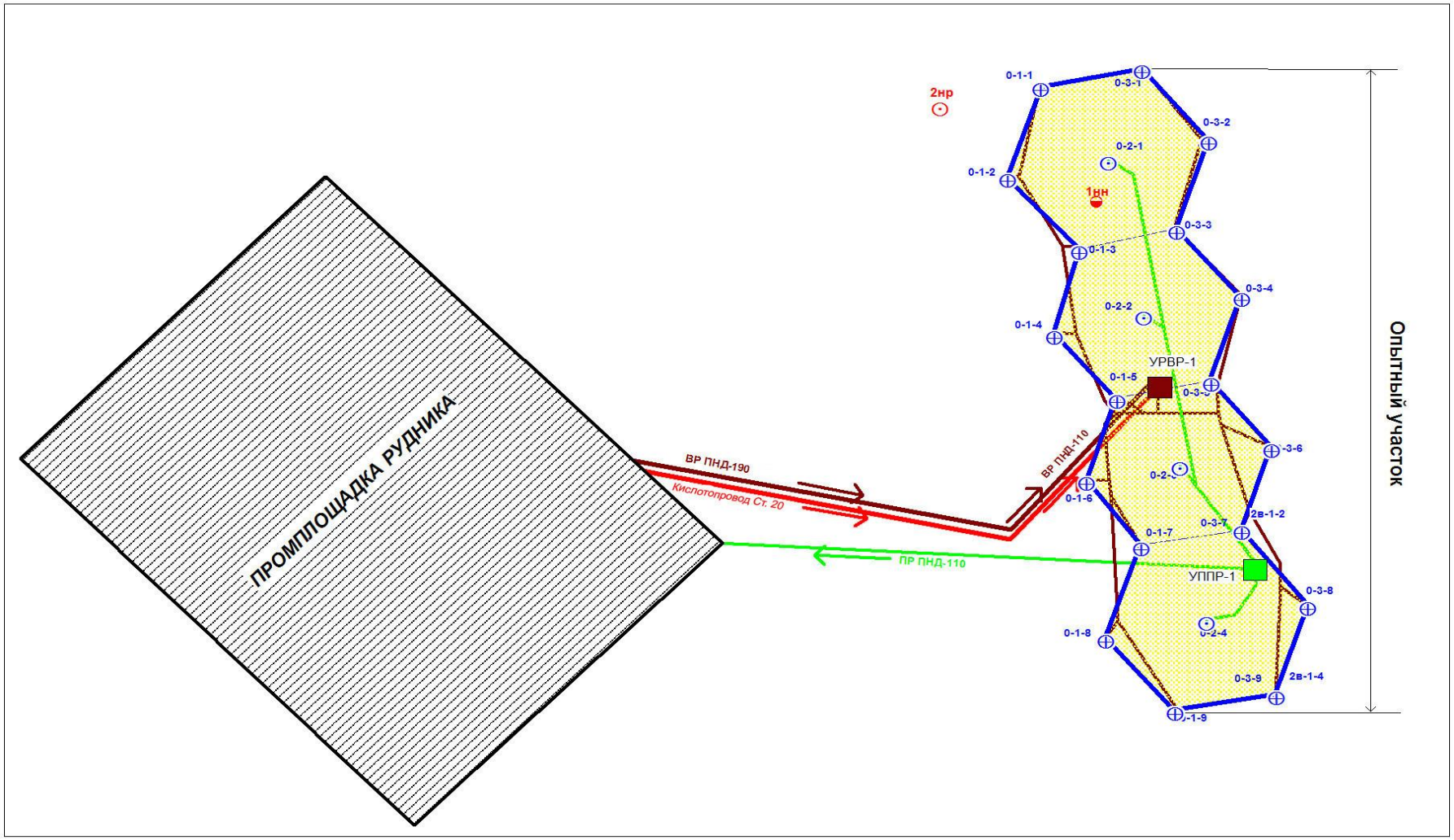


Рисунок 2.4 - Внутриблочная обвязка технологических скважин и обвязка УППР, УРВР

2.5 Технологический узел закисления и распределения выщелачивающих растворов (ТУЗ и УРВР)

В технологическом узле установлены:

– дозирующий смеситель, с помощью которого проводится подкисление выщелачивающих растворов серной кислотой из кислотопровода;

– запорная арматура, обратные клапаны и регулирующие задвижки с пневмоприводом на трубопроводах закачных растворов и линиях подачи кислоты в смеситель;

– кислотомер на выходе трубопровода закачных растворов из смесителя;

– запорная арматура, обратные клапаны и регулирующие задвижки с пневмоприводом на линиях подачи растворов на каждую из закачных скважин;

– приборы контроля и учёта:

расходомеры и интеграторы объёмов ВР для скважин и по ТУЗ в целом, а также объёмов серной кислоты, подаваемой на смеситель ТУЗ;

манометры на линиях подачи ВР и серной кислоты в ТУЗ;

– приборы контроля и сигнализации аварийных режимов;

– электрооборудование (щитовая, освещение и т.д.).

Схема обвязки технологических узлов закисления и распределения выщелачивающих растворов (ТУЗ и УРВР) показана ниже (рисунок 2.6.1).

2.6 Узел приёма продуктивных растворов (УППР)

В узле приёма продуктивных растворов установлены:

– смеситель, с помощью которого проводится сбор растворов и их подача в магистральный трубопровод;

– запорная арматура и обратные клапаны на выходе трубопровода продуктивных растворов из смесителя;

– запорная арматура, обратные клапаны и регулирующие задвижки с пневмоприводом на трубопроводах продуктивных растворов на каждую из откачных скважин;

– приборы контроля и учёта;

манометры на линиях подачи ПР из каждой скважины;

– приборы контроля и сигнализации аварийных режимов работы погружных насосов;

– электрооборудование (щитовая, освещение и т.д.).

Схема обвязки узла приёма продуктивных растворов ПСВ урана (УППР) показана ниже [20] (рисунок 2.6.2).

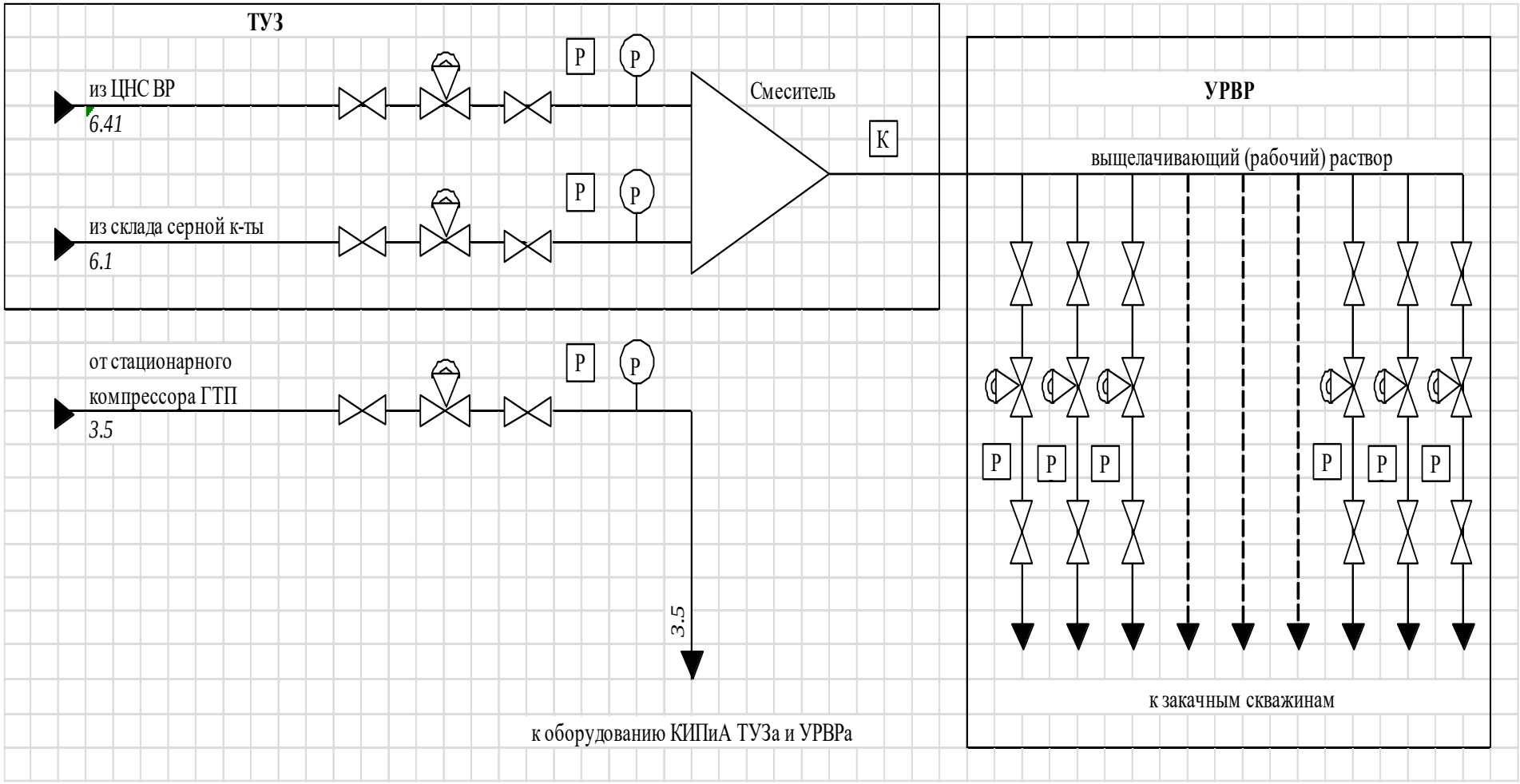


Рисунок 2.6.1. Схема обвязки технологических узлов закисления и распределения выщелачивающих растворов (ТУЗ и УРВР)

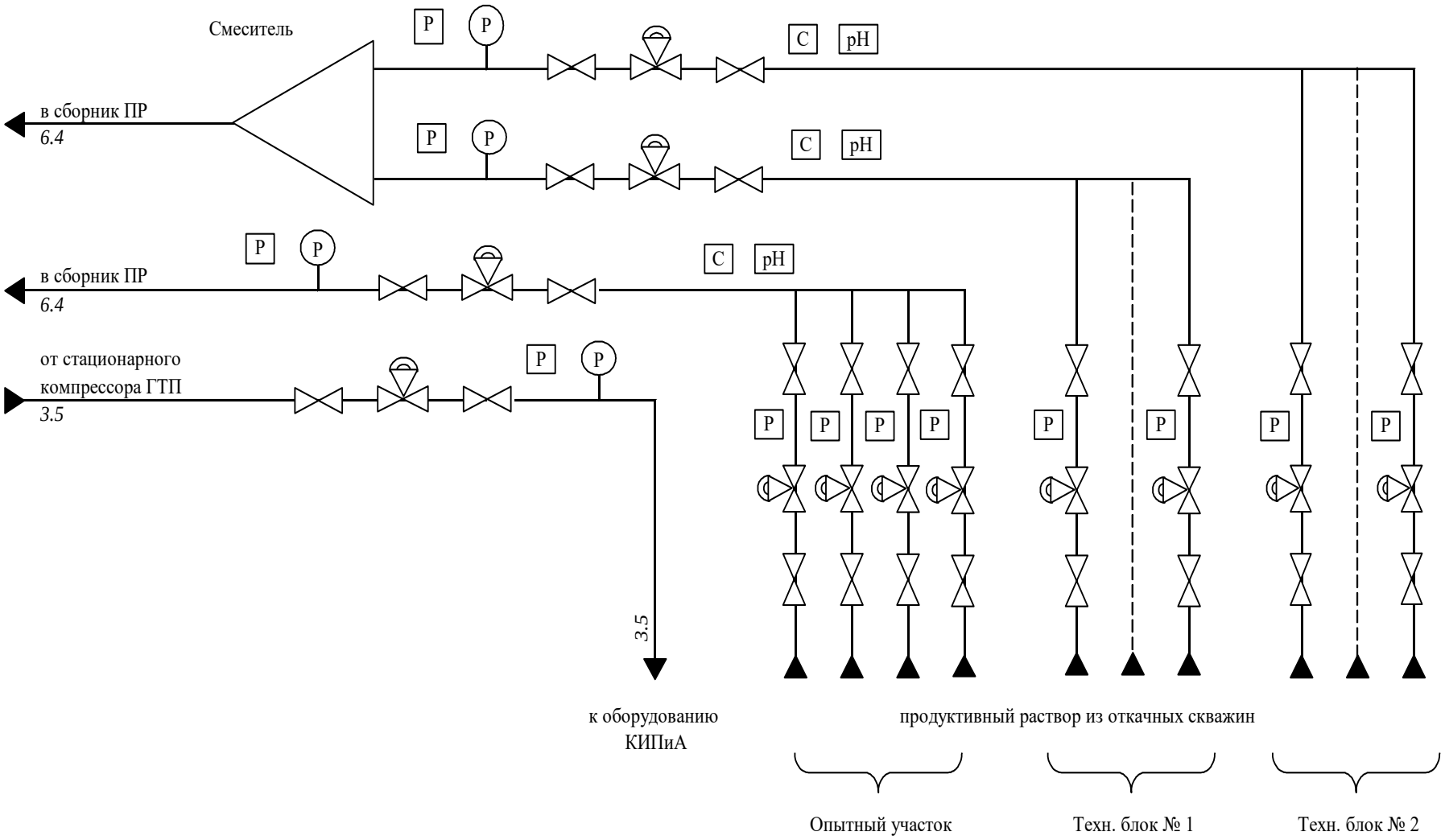


Рисунок 2.6.2. Схема обвязки узла приёма продуктивных растворов ПСВ урана (УППР)

2.7 Обвязка откачных и закачных скважин

Устья закачных и откачных скважин оборудованы оголовками из ПНД, способными нести механическую нагрузку закреплённого на них оборудования.

Оголовки части откачных скважин дополнительно оборудованы пьезометрическими трубками, предназначенными для замера динамического уровня растворов (понижения и повышения его по сравнению со статическим состоянием).

Подача выщелачивающих растворов в закачные скважины осуществляется через узлы подкисления и распределения выщелачивающих растворов (ТУЗ), сбор откачных – через узлы приёма продуктивных растворов (УППР).

Обвязка закачных скважин с ТУЗ осуществлена трубами ПНД-40 мм, а откачных с УППР – шлангом ШАПП-50 и трубами ПНД-63 мм, заглубленными в грунт на 0,5÷0,7 м.

2.8 Обеспечение геотехнологического поля электроэнергией

Для питания электроэнергией 0,4 кВ потребителей геотехнологического поля осуществляется мобильной дизель-электростанцией, расположенной между пром. площадкой рудника ПСВ и опытным участком.

Электропитание погружных насосов осуществляется от узлов приёма продуктивных растворов (УППР). Кабели к скважинным насосам от них проложены в земляных траншеях на отм. -1,0 м от спланированной поверхности земли. При пересечении кабельными линиями технологических трубопроводов расстояние между ними должно быть не менее 0,5 м, при не соблюдении этого условия кабели прокладываются в трубах [21].

3 Фактические результаты проведения опытных работ

3.1 Производительность скважин и блока ОПВ

Дебиты откачных скважин и приёмистость закачных, а также производительность участка ОПВ в целом по откачным и закачным растворам за весь период опытных работ были достаточно стабильны.

Дебиты откачных скважин и производительность блока ОПВ по ПР за отчётный период представлены ниже (Табл. 3.1), динамика их изменения во времени (Рис. 3.2), приёмистость закачных скважин и производительность ОПВ по ВР за отчётный период, динамика их изменения во времени (Рис. 3.2 – 3.4).

Наличие расходомеров и регулирующей запорной арматуры на всех откачных скважинах в технологических узлах приёма продуктивных растворах (УППР) и закачных в узлах распределения выщелачивающих растворов (УРВР) участка опытных работ позволяло своевременно принимать меры по изменению режима работы всей скважинной системы и не допускать дебаланса откачных и закачных растворов [21].

Всего за период опыта:

– поднято на поверхность 714,7 и подано в недра 709,8 тыс. $м^3$ растворов;

– средняя производительность участка ОПВ по откачным растворам составила 60,2 $м^3$/час, по закачным – 59,8 $м^3$/час;

– средний дебит откачных скважин – 15,1 $м^3$/час;

– средняя приёмистость закачных скважин – 3,3 $м^3$/час.

Таблица 3.1 - Дебиты откачных скважин и производительность блока ОПВ по ПР

2006 год	**Откачная скважина №**				**Всего**
	0-2-1	**0-2-2**	**0-2-3**	**0-2-4**	
октябрь	**$м^3$/час**				
26.	13,6	14,3	13,2	15,2	**56,3**
27.	14,9	15,2	12,7	16,4	**59,1**
28.	14,6	14,9	11,3	16,1	**56,9**
29.	14,4	14,5	10,1	15,9	**54,9**
30.	13,9	13,6	8,1	15,4	**51,0**
31.	14,0	13,2	7,2	15,4	**49,7**
Всего, тыс. $м^3$	**2,05**	**2,06**	**1,50**	**2,27**	**7,87**
Средний, $м^3$/час	**14,2**	**14,3**	**10,4**	**15,7**	**54,7**

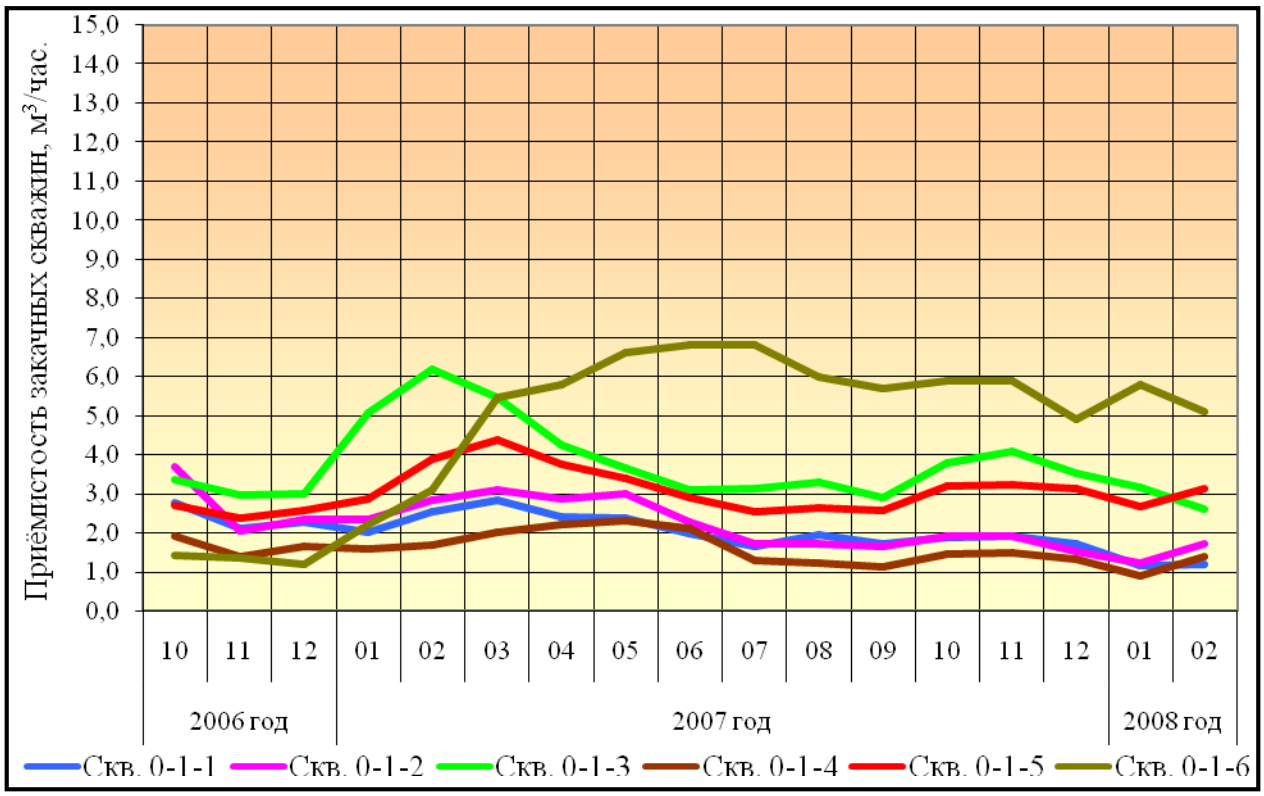


Рисунок 3.1.1. Динамика изменения приёмистости закачных скважин

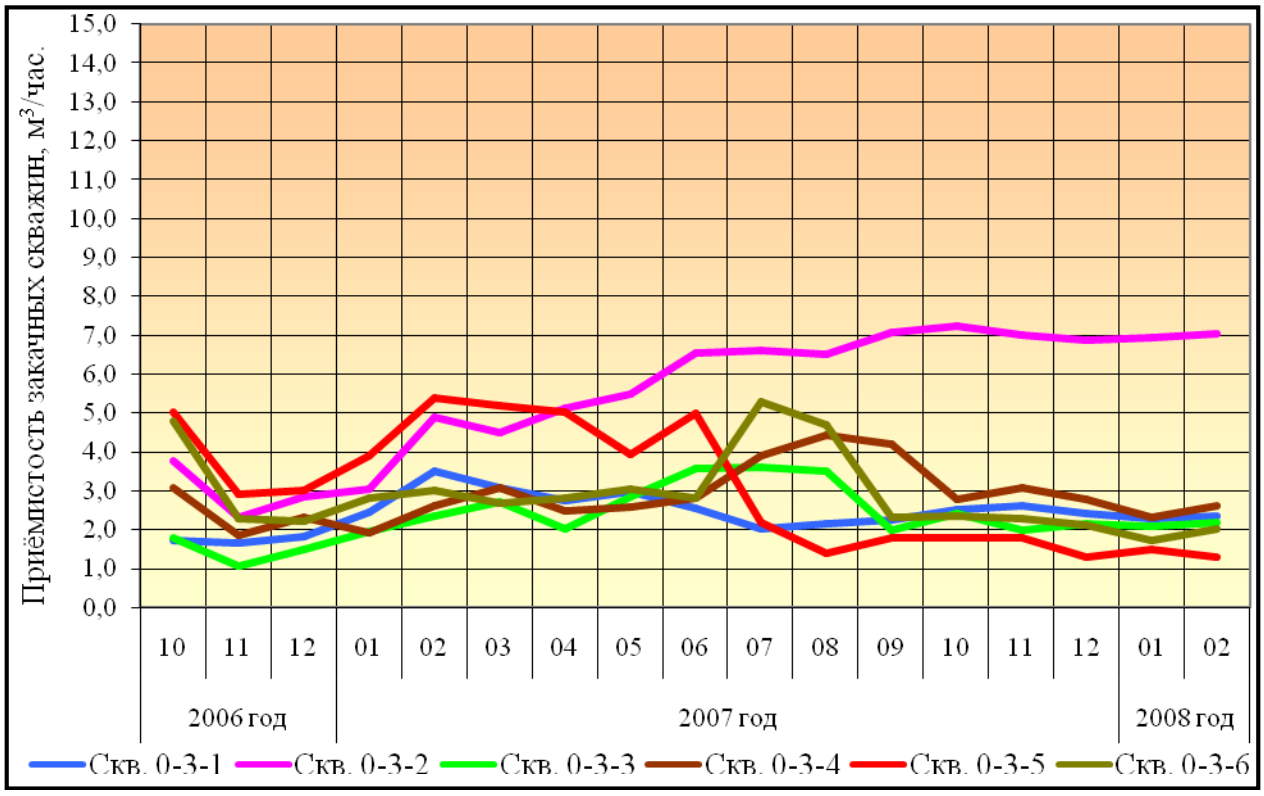


Рисунок 3.1.2. Динамика изменения приёмистости закачных скважин

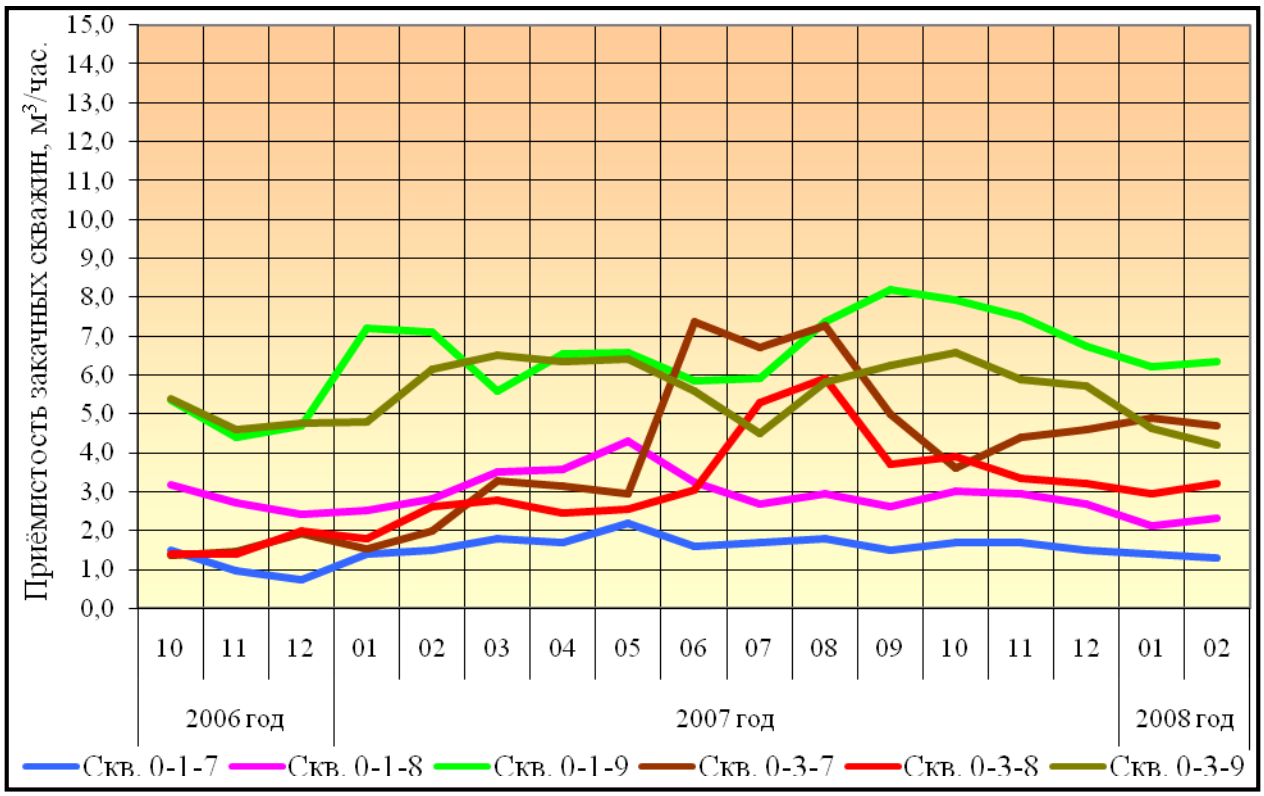


Рисунок 3.1.3. Динамика изменения приёмистости закачных скважин

В целом, средняя за отчётный период приёмистость закачных скважин колебалась в достаточно широком интервале – от 1,5 до 6,4 м^3/час.

Работоспособность скважин поддерживалась проведением эрлифтной прокачки нагнетаемым на глубину 60÷90 м сжатым воздухом.

Необходимо отметить, что по достигнутым на участке ОПВ результатам, средние за время опыта дебиты откачных скважин превысили проектные на 51%, приёмистость закачных – на 50%. D первую очередь, с недостаточной изученностью фильтрационных свойств рудных горизонтов [23].

3.2 Баланс продуктивных и выщелачивающих растворов

Дебиты и приёмистость всех откачных и закачных скважин определялись с помощью индукционных расходомеров, установленных в технологических узлах приёма продуктивных и распределения выщелачивающих растворов – УППР-1 и УРВР-1. Наличие же установленной на всех откачных и закачных скважинах регулирующей запорной арматуры, а также ввод в действие системы АСУ ТП "Добыча", позволяло оперативно осуществлять регулировку баланса растворов [24].

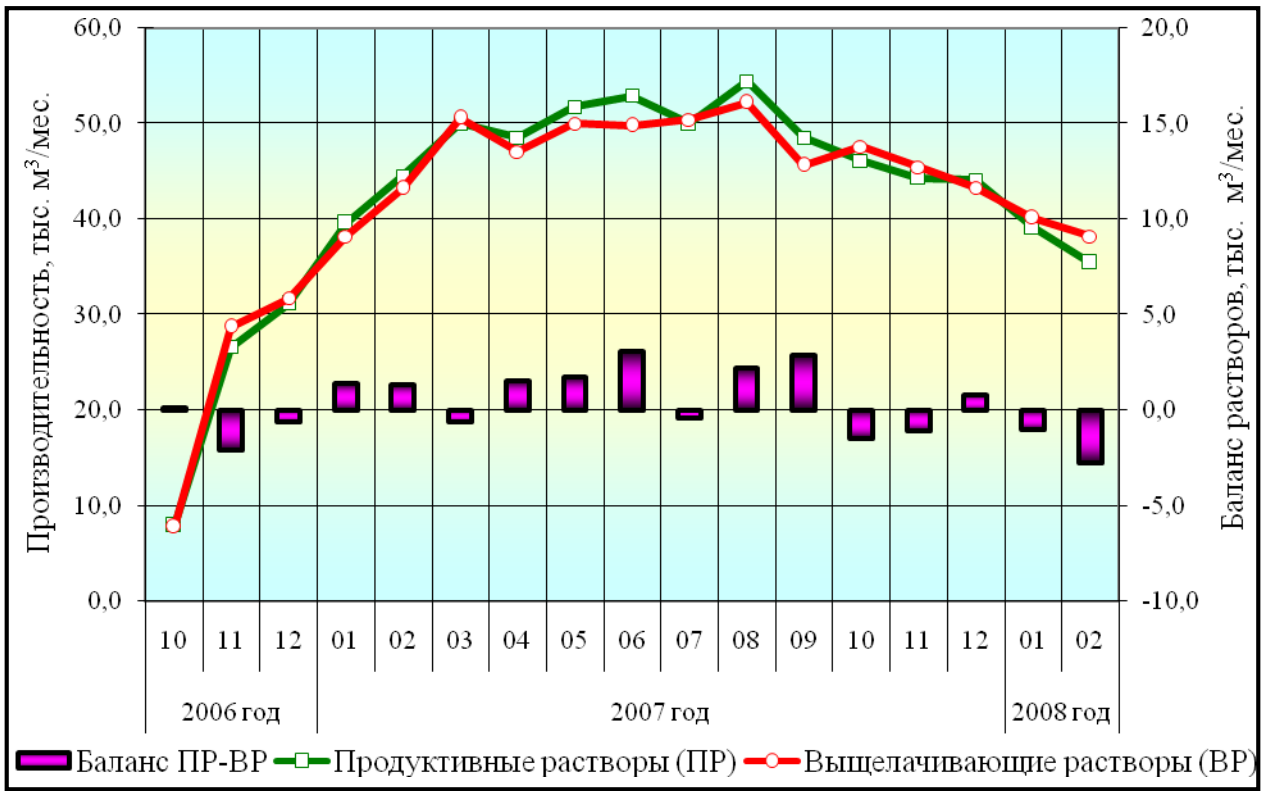


Рисунок 3.2. Баланс продуктивных и выщелачивающих растворов

Подъём продуктивных растворов несколько превысил закачку в недра выщелачивающих – на 0,69 %. Связано это, в первую очередь, с тем, что статический уровень подземных вод составляет плюс 20 метров и более от поверхности земли, т.е. самоизливом скважин, и естественной подтяжкой пластовых вод, что, в свою очередь, вело к некоторому разубоживанию продуктивных растворов.

Ещё одним следствием высокого уровня подземных вод явились и некоторые трудности при закачке выщелачивающих растворов в скважины, так, избыточное давление растворов на закачных скважинах поддерживалось на уровне 6 атм.

Часовая же производительность опытного участка по ПР и ВР колебалась как в отрицательную, так и в положительную стороны от -3,8 до +4,8 м3/час, хотя в целом за отчётный период практически совпала.

Дебаланс откачиваемых и закачиваемых в недра растворов в сторону раствороподъёма в процессе переработки продуктивных растворов ликвидировался за счёт их испарения в пескоотстойниках ПР и ВР [6].

Справочно, по данным Гидромета Республики Казахстан в условиях расположения месторождения (Сузакский район Южно-Казахстанской области) за год с "зеркала" бассейна (пескоотстойника) испаряется около 1400 мм воды.

3.3 Область растекания растворов в плане

Основой гидродинамического расчёта растекания растворов в плане является фактическая производительность технологических скважин участка

ОПВ. Используя логарифмическую аппроксимацию формулы Тейса (при условии КМ = const) в каждой точке участка ОПВ по сети 20×20 м рассчитывается изменение относительного уровня жидкости (H_i) от воздействия каждой откачной и закачной скважины.

Формула Тейса имеет вид:

$$H_i = \frac{Q_i}{4 \times \pi \times K \div M} \times \ln \frac{2{,}25 \times a \times t}{r_i^2} \qquad (1)$$

где H_i – положительное или отрицательное приращение уровня напора жидкости на расстоянии r_i от i-ой скважины за рассматриваемый период времени t (сут.), м;

Q_i – дебит или приёмистость i-ой скважины, $м^3$/сут;

К – коэффициент фильтрации, м/сут;

М – мощность водоносного горизонта, м;

а – коэффициент пьезопроводности, $м^2$/сут.

При расчётах использованы следующие значения:

– Q_i = средний дебит или приёмистость i-ой скважины за расчётный период времени;

– К = 7 м/сут., т.е. среднему значению коэффициента фильтрации по зоне фильтра технологических скважин;

– М = 13,26 м – средняя мощность закисленных пород, которая определена по результатам контрольного бурения;

– $а = 1{,}5 \times 10^6$ $м^2$/сут.

Из плана области циркуляции технологических растворов на участке ОПВ видно, что степень разбавления пластовыми водами продуктивных растворов в первых двух ячейках выше, чем в третьей и четвертой (Рис. 3.6.). Следовательно, и степень извлечения урана из руды в них будет меньше, что подтверждается фактической добычей на участке ОПВ [13].

Необходимо иметь в виду, что гидродинамический расчёт имитирует фильтрацию инертной жидкости в однородной среде и поэтому является вспомогательным методом, качественно отображающим гидродинамический режим, не учитывающим химическое взаимодействие выщелачивающих растворов с рудными телами.

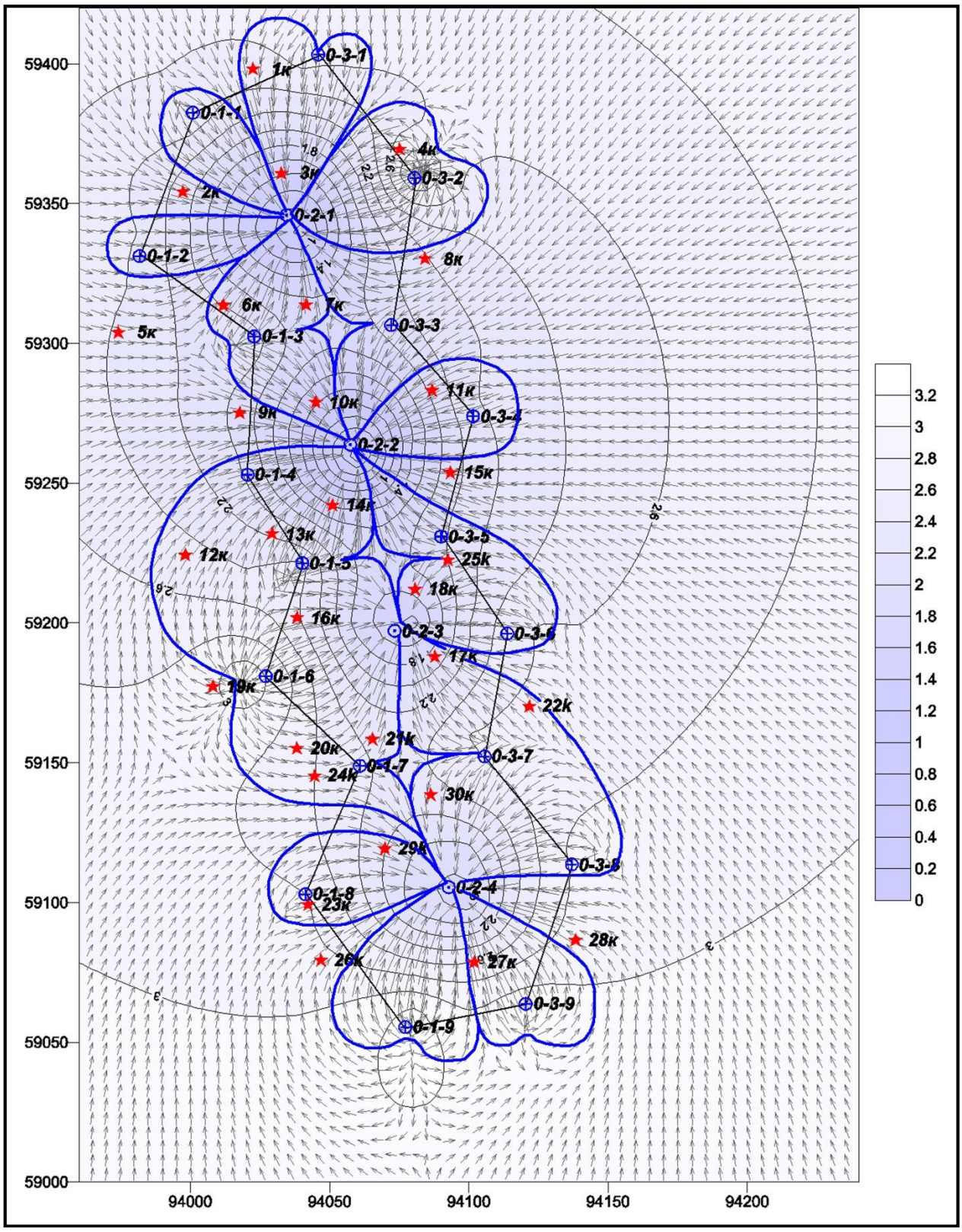


Рисунок 3.5 - Распределение относительного напора (Н, м) на участке ОПВ (граница области циркуляции растворов определена по состоянию на 01.03.2018 г.)

3.4 Работа опытного блока на стадии закисления

Закисление является непрерывным во времени технологическим процессом, направленным на формирование в рудовмещающем водоносном горизонте геохимической обстановки, обеспечивающей перевод урана в раствор и обогащение им продуцирующих растворов, создание балансом откачки и закачки гидродинамических условий для интенсивного массопереноса.

Перед запуском опытного участка в режим закисления в начале октября 2016 г. была проведена прокачка всех технологических скважин в течении 24 часов до достижения проектной производительности.

Фактические дебиты составили 20÷25 $м^3$/час.

При окончании прокачки были отобраны пробы на определение содержания урана и pH пластовой воды. Средние значения по участку ОПВ составили: C_U < 1,0 мг/л; pH = 6,7 ед.

Для создания благоприятной гидродинамической обстановки в рудном горизонте, до подачи кислоты, в течении 7 дней проведена проработка рудного тела пластовой водой по замкнутому циклу с непрерывным растворопоъёмом из откачных скважин и подачей вод в закачные.

На этом этапе определён дебит откачных скважин (порядка 15 $м^3$/час) и приёмистость закачных (около 4,5÷5,0 $м^3$/час), установлен баланс работы скважин по растворам. Регулировка баланса растворов производилась запорной арматурой на закачных скважинах в УРВР-1 и откачных – в УППР-1. Одновременно устранялись недостатки на магистральных трубопроводах ПР и ВР, внутренней обвязке технологического узла закисления (ТУЗ-1), узла распределения закачных растворов (УРВР-1) и узла приёма продуктивных растворов (УППР-1), а также внутриблочной обвязке откачных и закачных скважин: герметизировались стыки, сварные соединения и т.д [26].

В соответствии с гидрогеологическими расчётами напорный градиент составил 1,1÷1,2.

В середине октября 2016 года начато закисление опытного участка. С учётом морфологических параметров рудных тел, вещественного состава руд и вмещающих пород, водно-физических характеристик продуктивного водоносного горизонта, оптимальными были приняты закисляющие растворы с содержанием 16÷20 г/л серной кислоты.

При закислении подача растворов в закачные скважины производилась одновременно с непрерывной откачкой пластовых вод из откачных скважин с соблюдением общего по опытному участку баланса, т.е. закисление проводилось в активном режиме.

В течении 10 дней кислотность рабочих (закисляющих) растворов поэтапно поднималась с 5 до 20 г/л, далее стабилизировалась на уровне 17÷19 г/л. Концентрация закисляющего реагента регулировалась в зависимости от скорости снижения значений pH в откачных растворах по сборному

коллектору. При достижении величины pH, равной 3,0÷3,5, концентрация кислоты в закисляющих растворах плавно уменьшалась до 15÷12 г/л с последующим снижением до 10÷9 г/л при pH = 2,5 ед.

Режим подачи в рудовмещающий горизонт серной кислоты и снижение уровня pH в откачных растворах сборного коллектора опытного участка (Рис. 3.6).

В процессе закисления, во всех откачных скважинах, в течении первых 7÷10 дней отмечалось повышение pH до 7,0÷7,3 ед., затем оно постепенно уменьшалось до 4÷6 ед.

В середине ноября 2016 года величина pH растворов в откачных скважинах и сборном коллекторе достигла 4,0÷4,5 ед. при содержании урана около 180÷200 мг/л.

При таких значениях pH в растворах достаточно резко повысилось содержание карбонат-ионов, это так называемый второй карбонатный фронт.

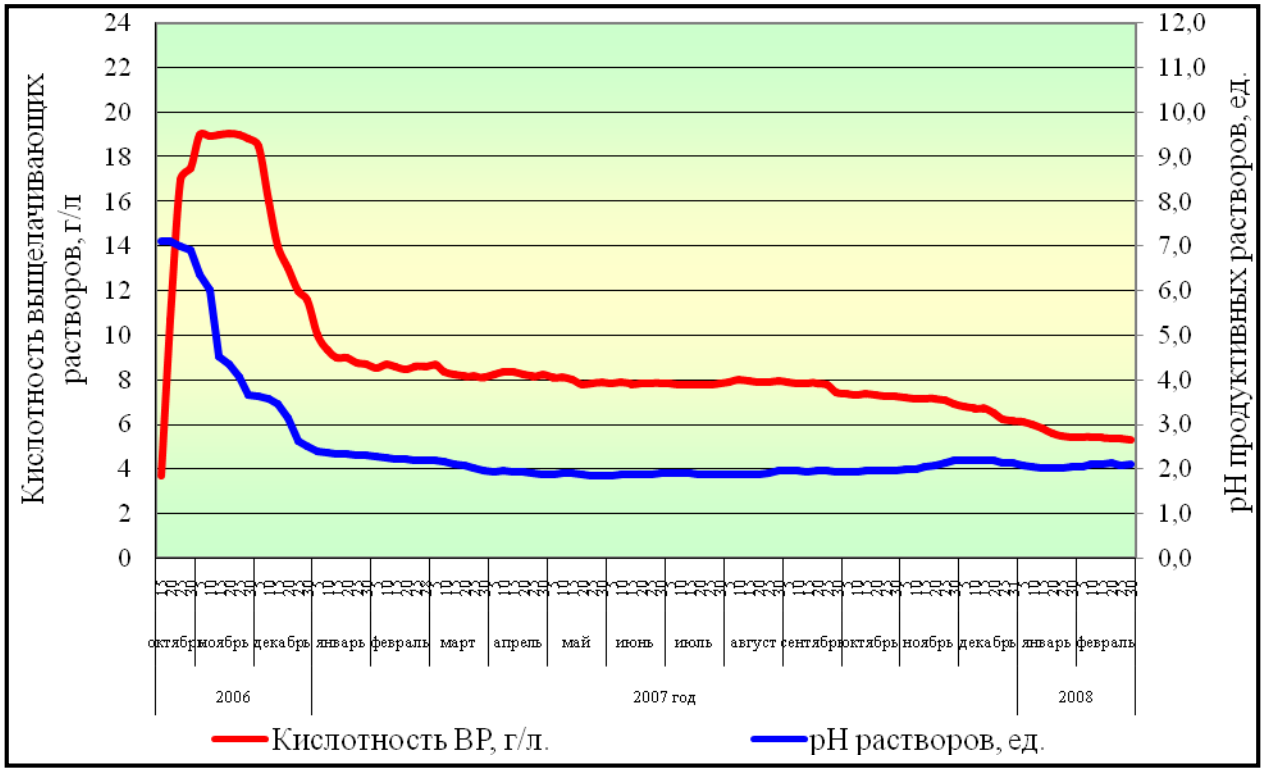


Рисунок 3.4. Динамика изменения кислотности выщелачивающих и величины pH продуктивных растворов

Продуктивные растворы со значением pH выше 3 ед. было недопустимо пускать на переработку, т.к. присутствие карбонатов и наличие в растворах достаточно большого количества примесей, в первую очередь Ca, Mg, Al в присутствии SiO_2, содержание их порядка 460, 730, 580 и 60 мг/л соответственно (данные хим. анализов ПР и ВР, проведённых ЦНИЛ АО "КГРК" – "Кара-Балтинский горнорудный комбинат"), ведёт к комплексообразованию и соосаждению указанных элементов не только в

растворах, но и на ионообменной смоле, что, в свою очередь, приводит к кольматации пор сорбента и снижению его емкостных свойств, комкованию гранул смолы и, в конечном итоге, сорбционная колонна даёт "козла".

В соответствии с требованиями "Инструкции по подземному скважинному выщелачиванию урана" и составленном на её основе для участка 2 месторождения Будённовское режиме закисления, достижение величины pH откачиваемых растворов на уровне 2,5 ед. при наличии значимых содержаний урана в них для большинства откачных скважин, считается окончанием стадии закисления [27].

Приемлемый для переработки уровень pH растворов, равный примерно 2,5 ед., был отмечен в конце декабря 2016 г. при среднем содержании урана в растворах около 240 мг/л, к этому времени концентрация кислоты в закисляющих растворах была снижена до 9 г/л.

Календарное время стадии закисления составило 65 дней при проектном – 62. Скорость движения кислотного фронта достигала 0,7÷0,8 м/сут. и была равномерной во времени для ячеек опытного участка. Отношение Ж:Т на стадии закисления составило 0,122

Необходимо также отметить, что нет однозначного определения термина окончания стадии закисления.

Концом стадии закисления можно считать появление в растворах минимально рентабельного содержания урана, индивидуального для каждого из отрабатываемых месторождений, не ориентируясь на значение pH продуктивных растворов. В этом случае длительность закисления уменьшается в 1,5÷2,0 раза, соответственно, снижается расход закисляющего реагента, в положительную сторону изменяются экономические показатели. Отрицательные стороны такой трактовки – неизбежные проблемы с переработкой продуктивных растворов на стадии сорбции, о чём было сказано ранее.

3.5 Характеристика продуктивных растворов

Динамика изменения содержания урана, величин pH и Eh продуктивных растворов по ячейке представлена ниже (Рис. 3.8), по участку ОПВ (Рис. 3.9).

Сравнение динамики изменения содержания урана в откачных скважинах и участку ОПВ приведено ниже (Рис.3.10.).

Хим. анализы выполнялись в физико-химической лаборатории рудника и ФХЛ сервис-центра ТОО "КАМ".

3.5.1 Стадия закисления

Первые значимые содержания урана в растворах появились в начале ноября 2016 г. при высоких значениях pH растворов – около 6,9 ед. и составили в среднем по участку 123 мг/л, величина Eh при этом была очень низкой и не превышала 70 мВ [29].

Дальнейшее течение процесса закисления по ячейкам имело достаточно разный характер.

Содержание урана в продуктивных растворах скважины 0-2-1 увеличивалось медленно и в середине декабря 2016 г. достигло всего лишь 60 мг/л. Величина pH растворов медленно снижалась с 7,1 до 4,1 ед. в конце 2016 года. Значение Eh увеличивалось скачкообразно от 40 мВ до 130 мВ к январю 2017 г.

Вялое течение процесса объясняется крайним расположением ячейки, а также тем, что фактический её радиус несколько превысил проектный (50 м) и геометрия расположения скважин не соответствует правильному гексагону – ячейка вытянута в северо-северо-восточном и юго-западном направлениях.

В ячейке скважины 0-2-2 процесс проходил очень интенсивно – практически через две недели закисления содержание урана достигло 430 мг/л и далее к началу 2007 года увеличилось до пикового, равного 500 мг/л. На этот момент продуктивные растворы ячейки 2 имели самые низкие величины pH (1,8 ед.) и самые высокие Eh (300 мВ).

Это свидетельствует о хорошем течении в ячейке 2 процесса закисления с интенсивной динамикой. К этому необходимо добавить, что руды ячейки имеют высокую продуктивность – 17,55 кг/м^2, а также то, что радиус ячейки составляет 45 м и находится она внутри опытного участка [30].

В растворах этой ячейки в начале декабря 2006 г. весьма чётко обозначен так называемый второй карбонатный фронт – содержание урана, величины pH и Eh растворов имеют ярко выраженный "провал".

Резкий рост содержания урана в растворах скважины 0-2-3 также свидетельствует о весьма интенсивном закислении, так в течении первых двух недель достигнуто содержание урана порядка 250 мг/л при величине pH растворов 4,0 ед. и значении Eh, равном 280 мВ.

Однако далее процесс приостановился и достаточно длительное время содержание урана составляло всего 220÷240 мг/л при значения pH и Eh, равных 2,5 ед. и 280 мВ соответственно.

Здесь также имеет место выраженный карбонатный фронт с падением величин pH и Eh.

В растворах ячейки 4 содержание урана увеличивалось медленно без резких скачков и падений. К концу закисления получены растворы с содержанием урана порядка 150÷160 мг/л при pH = 2,6 ед. и Eh = 265 мВ.

Ячейка расположена на южном фланге опытного участка, имеет фактический радиус около 50 м и геометрически вытянута с севера на юг.

В целом по опытному блоку содержание урана на стадии закисления увеличивалось ступенчато – в середине ноября порядка 190 мг/л, к концу 2016 г. – около 230 мг/л, величины pH растворов соответственно 3,6 и 2,5 ед., значение Eh – 220 и 245 мВ [31].

3.5.2 Стадия выщелачивания

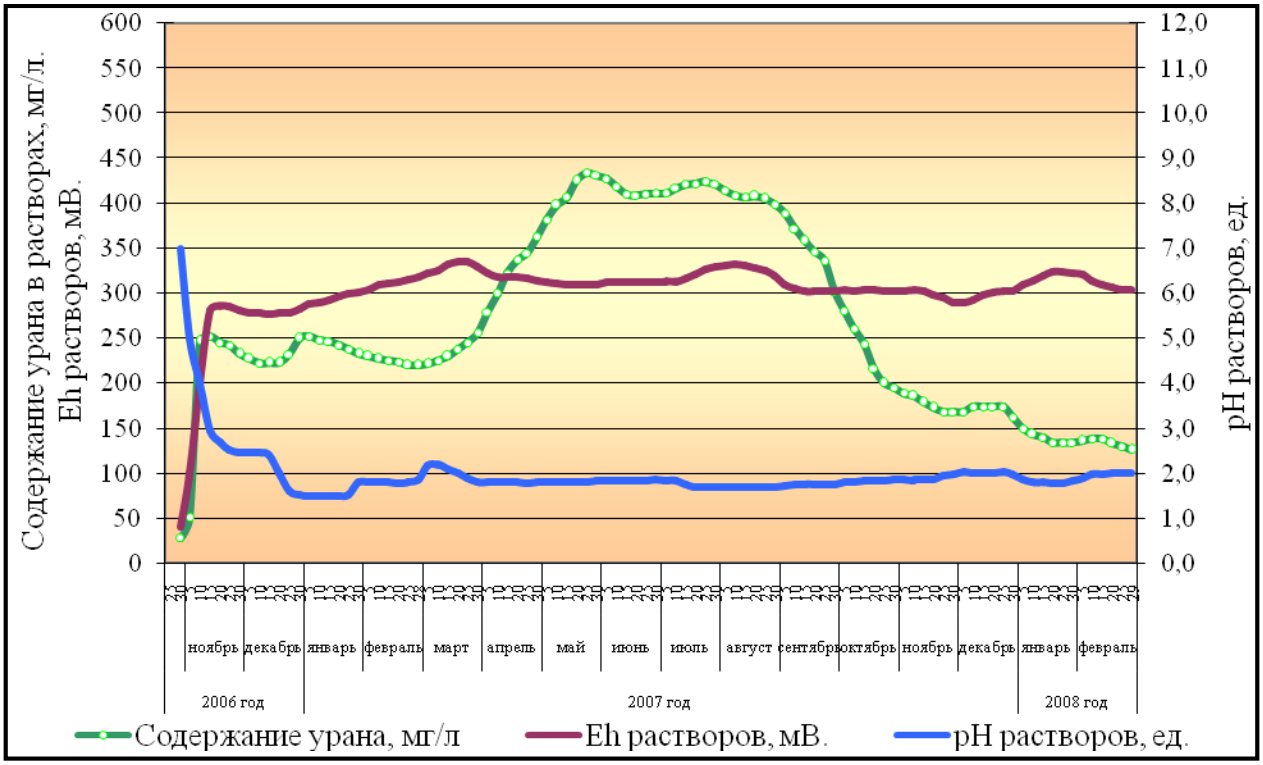


Рисунок 3.5.2.1 - Характеристика продуктивных растворов откачной скважины 0-2-3

Содержание урана в продуктивных растворах скважины 0-2-3 достаточно ровно и неуклонно возрастало с марта до мая, после чего на протяжении 4-х месяцев было стабильно на уровне 380÷430 мг/л. Далее снизилось к концу 2007 года до 174÷163 мг/л.

Возможным объяснением такому протеканию выщелачивания может быть невысокая по сравнению с другими ячейками средняя продуктивность руды – около 9,85 кг/м^2 при самой малой её мощности – в основном 0,5÷2,5 метра, а также ровные по значениям коэффициенты фильтрации по рудной зоне всей площади ячейки, в основном 5,5÷6,0 м/сут.

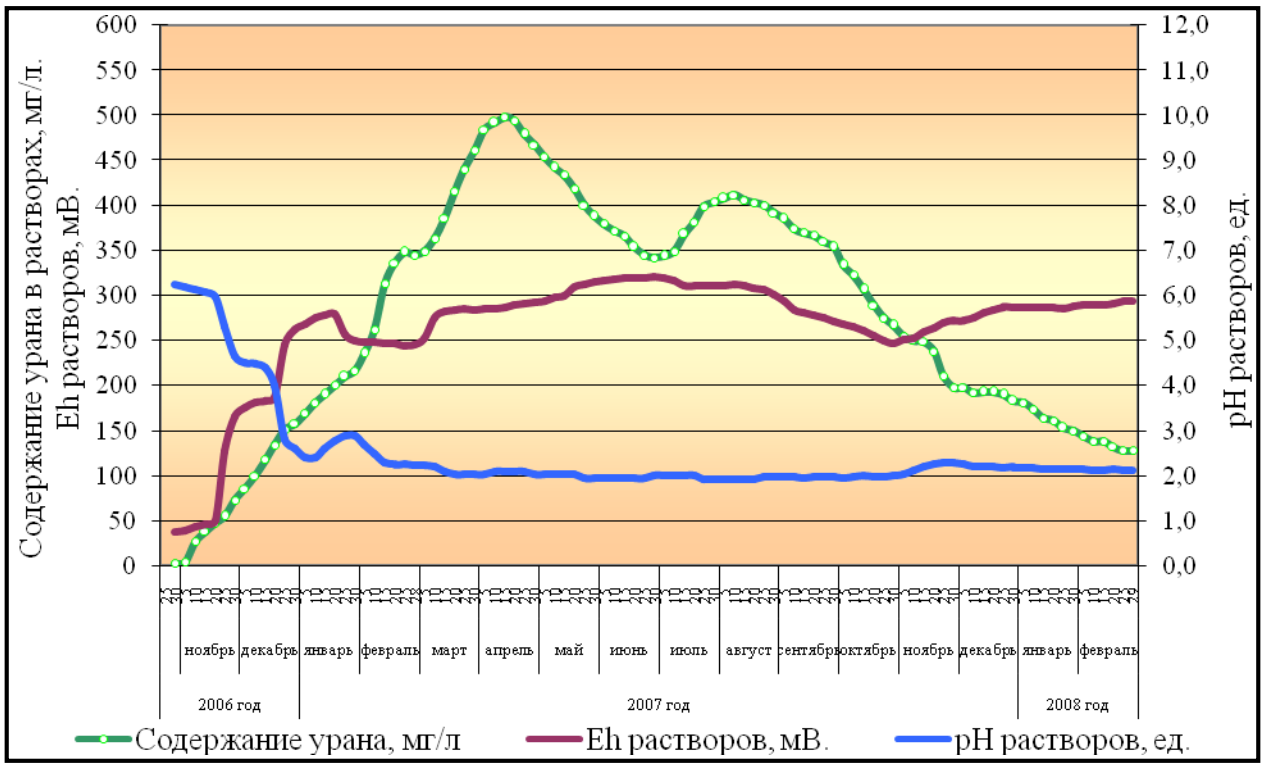


Рисунок 3.5.2.2. Характеристика продуктивных растворов откачной скважины 0-2-4

Динамика изменения содержания урана в ПР скважины 0-2-4 весьма схожа с характеристикой продуктивных растворов скважины 0-2-1: достаточно резкий рост в январе-апреле до 500 мг/л, затем относительно плавное снижение до 340÷350 мг/л в июне и новое увеличение содержания до 400÷420 в июле-августе с постепенным по мере отработки запасов ячейки уменьшением до уровня 150÷130 мг/л в феврале 2008 г.

Ячейка характеризуется хорошими средними параметрами: продуктивность – 17,85 кг/м^2, мощности рудных отложений – от 1,0 до 3,5 м, коэффициенты фильтрации – 6,5÷7,0 м/сут.

Значения величин pH и Eh продуктивных растворов участка ОПВ на протяжении опытных работ были довольно стабильные:

– pH изменялось от 2,4 на начальном этапе активного выщелачивания до стабильного уровня 1,9÷2,0 ед. [6];

– Eh поддерживалось в пределах значений – 300÷340 мВ, что мало для оптимального ведения процесса выщелачивания – 420÷450 мВ.

По мере снижения значений водородного показателя увеличивалось содержание урана в ПР всех откачных скважин. Его максимальное значение в продуктивных растворах опытного участка было достигнуто в середине апреля – 436 мг/л марта и держалось до середины сентября выше 350 мг/л. По мере отработки запасов урана опытного участка содержание урана в ПР постепенно снизилось к концу 2007 года до 130 /л.

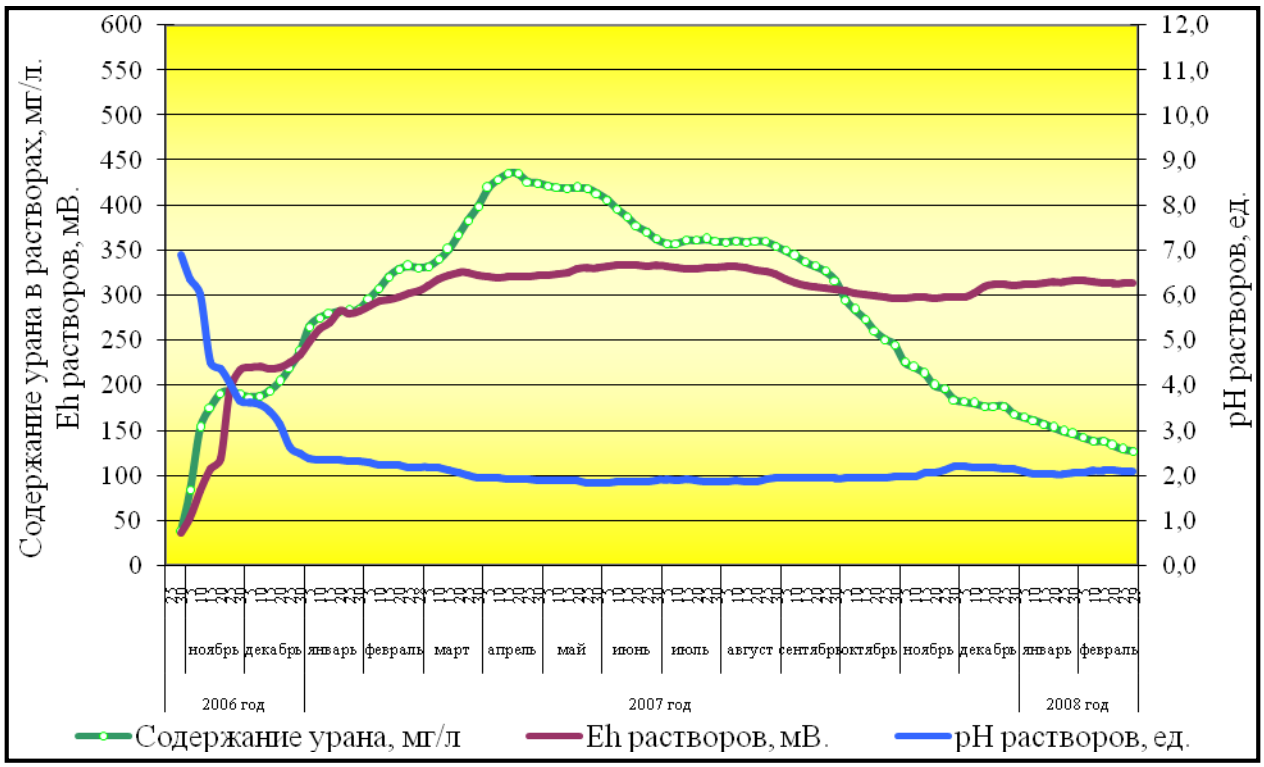


Рисунок 3.5.2.3. Характеристика продуктивных растворов блока ОПВ

Сравнение динамики изменения содержания урана в продуктивных растворах откачных скважин и участка ОПВ показано на рисунке 3.10

Динамика изменения содержания урана в ПР скважины 0-2-4 весьма схожа с характеристикой продуктивных растворов скважины 0-2-1 – плавный рост и достижение в апреле пиковых содержаний 560 и 500 мг/л соответственно.

По скважине 0-2-1- необходимо отметить практически классический вид выходной кривой содержания урана в продуктивных растворах от времени.

В продуктивных растворах скважин 0-2-2 и 0-2-3 отмечен резкий рост содержания урана уже в первые две недели закисления – 430 и 250 мг/л соответственно.

Относительное снижение в июне 2017 г. содержаний урана в ПР скважин 0-2-2 и 0-2-4 связано с изменением режима работы этих ячеек.

В дальнейшем с сентября-октября для всех скважин характерно постепенное снижением к февралю 2018 года содержания урана в продуктивных растворах до уровня 100÷160 мг/л, что связано с отработкой запасов.

Стадия выщелачивания в общих чертах характеризуется уверенным ростом содержания урана до пикового значения, равного 430÷436 мг/л, достигнутого в апреле 2017 года, стабилизацией на уровне 400÷350 мг/л и постепенным снижением с октября до 180 мг/л в декабре и 130 мг/л в конце февраля 2018 года [34].

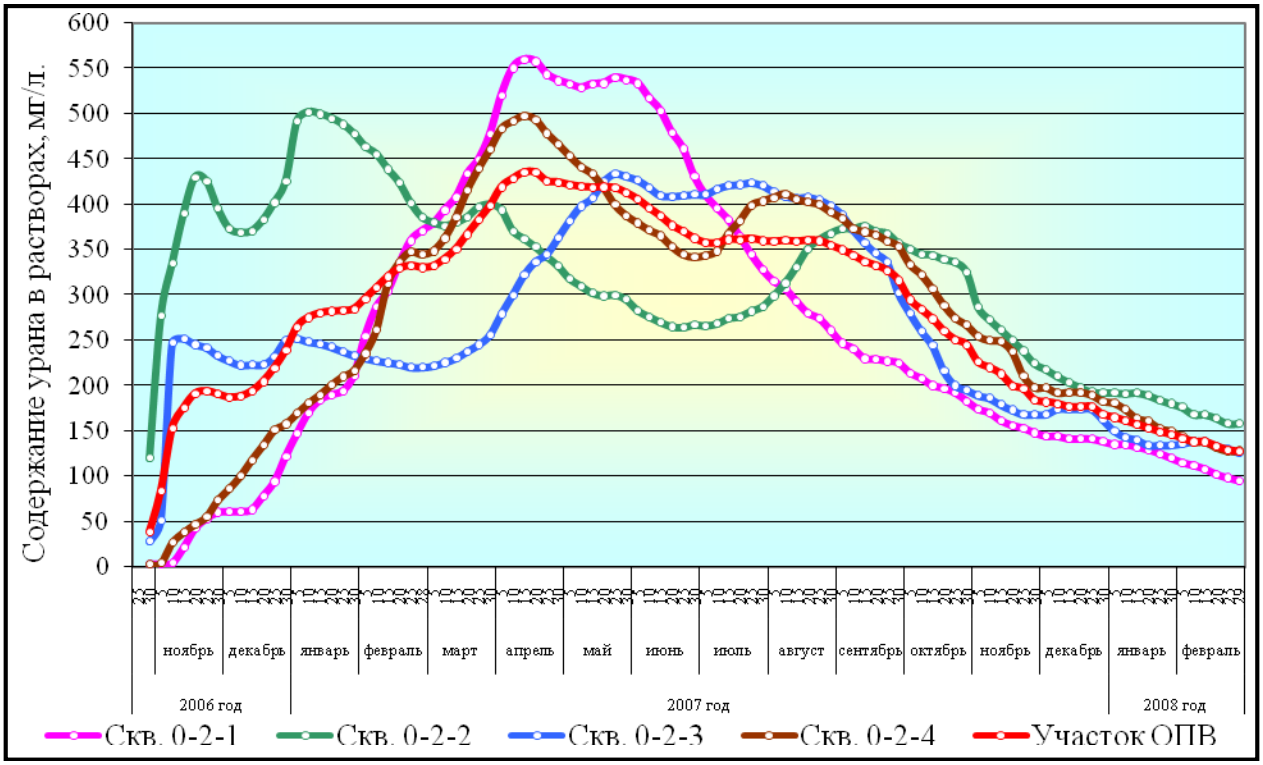


Рисунок 3.5.2.4.Сравнение динамики изменения содержания урана в продуктивных растворах откачных скважин и блоку ОПВ

4. Ремонтно-восстановительные работы в технологических скважинах различными методами

4.1 Основание для проведения ремонтно-востановительных работ

Практика эксплуатации месторождений урана способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) показывает, что производительность технологических скважин снижается вследствие проявления кольматации. Этот процесс неизбежен и скорость его зависит от многочисленных факторов: геологического строения рудного тела; способа бурения; конструкции скважин и фильтра; способа установки фильтра; способа и сроков освоения скважин после установки фильтра; гидрохимического состава подземных вод; типа раствороподъемного оборудования; типа реагента, применяемого для выщелачивания; режима эксплуатации и других факторов, стадии отработки блоков.

При работе на 2-ом участке столкнулись с проблемой химической кольматации, связанную с образованием в порах химических соединений – осадков от продуктивного раствора.

Химическая кольматация подразделяется на обратимую, вызванную временным выпадением из растворов гидроокислов алюминия и железа в необратимую, обусловленную выпадением из растворов гипса. Это все хорошо видно на предоставленных фотографиях – насосы с покрытием-налетом алюминия – зеленый цвет (Рис. 4.1.1), железо – бурый цвет, гипс – белый цвет (Рис. 4.1.2). А также раствор после и при промывки скважин (после химической обработки скважин – растворм серной кислоты определенной концентрации) [36].

Рисунок 4.1.1 – спусковые трубы спокрытием алюминия и железа

Рисунок 4.1.2 – гипс с прифильтровой зоны скважины

В наибольшей степени подвергается действию кольматации прифильтровая зона скважин, причем в максимальной степени кольматируются

породы, непосредственно примыкающие к фильтру. Это подтверждают результаты вскрытия призабойных зон скважин. Химический состав кольматирующих соединений весьма разнообразен, однако, можно выделить основные осадкообразующие элементы: это соединения железа, кальция, магния. В большей степени влияет на развитие кольматации химический и минералогический состав вмещающих пород .

В процессе закисления и выщелачивания блоков происходит насыщение выщелачивающих растворов различными элементами (железо, алюминий и др.), источниками которых являются неустойчивые и растворимые минералы. В зоне действия откачных скважин за счет изменения давления происходит нарушение геохимического равновесия и из насыщенных растворов выпадают осадки. Этот процесс тем интенсивнее, чем ближе к фильтру скважины [35].

Минеральные компоненты, составляющие породы продуктивного горизонта, по их отношению к серной кислоте делятся на три группы:

- Группа хорошо растворимых минералов: карбонаты, окислы металлов, гидроокислы железа, акцессорные (апатит, хлорит, флюорит).(фото)
- Группа слаборастворимых минералов: глинистые минералы, полевые шпаты, сульфиды, гидрослюды (видно на фото).
- Группа весьма слаборастворимых минералов: кварц, биотит, акцессорные (турмалин, гранат, циркон и др.).

На фото керн закисленного блока: по наблюдениям при бурении ранее на 2-ом участке керн был сухой, рассыпался. А на фото видно, что уже на закисленном блоке образуется желеобразная корочка, которая препятствует растворению минералов и преобразуется в последующем в химические осадки.

4.2 Ремонтно-восстановительные работы в скважинах 2 участка

В процессе отработки блоков при снижении дебита (приемистости) технологических скважин до возможно минимального уровня или появления других нарушений в режиме их работы рассматривается проведение ремонтно-восстановительных работ [37].

Продуктивный горизонт месторождения сложен слабоглинистыми средне-мелкозернистыми песками средней сортировки со встречающимися прожилками непроницаемых алевритов, глин и глинистых песков. В связи с этим, а также в результате не удаленного бурового раствора при освоении скважин, образования песчаной пробки в фильтре и ряда других факторов, на фильтре и в при фильтровой зоне в ходе отработки происходит отложение кольматирующих образований химического и механического происхождения и, как следствие, снижение производительности скважин. Основная задача восстановления производительности – расствореие кольматирующих образований и песчаных пробок из зоны фильтров [38].

Полагаясь на опыте работы действующих технологических полигонов, где применялись различные методы восстановления дебита, нельзя сказать о

преимуществе одного или другого метода – они дополняют друг друга. Основными видами РВР являются:

– Гидродинамическая обработка скважины+химическая обработка "Бифторидом аммония" (ГДО+Х/О);

– Гидросвабирование скважины + химическая обработка "Бифторидом аммония" (ГС+Х/О);

– Пневмоимпульсная обработка скважины установкой гидроимпульс (П/О);

– Пневмоимпульсная обработка в комплексе с очисткой (продув) и эрлифтной прокачкой технологических скважин (Комплекс-1) (К-1);

– Промывка скважины установкой "УПОС" (УПОС пром.);

– Пневмо-продув скважины установкой "Hidropuls" (ПП);

Состояние эксплуатационных скважин контролируется ежеквартально методами ГИС. Ежегодно выполняется полная инвентаризация парка скважин. Скважины, выведенные из производства по техническому состоянию и не подлежащие ремонту, ликвидируются [39].

4.3 Основные причины, приводящие к необходимости проведения капитального ремонта скважин

Ремонту скважины подвергаются по основным причинам:

- При повреждении приёмной поверхности фильтра или его каркаса;
- В случае полного зарастания фильтров продуктами кольматации с блокировкой растворопритока и при невозможности привести фильтр в рабочее состояние;
- При несоответствии коррозийной устойчивости материала фильтра и труб эксплуатационной колонны к выщелачивающим растворам;
- При поступлении песка в скважину в количествах, превышающих нормативные требования;
- При нарушении гидроизоляции продуктивного горизонта в результате различных дефектов в обсадных и эксплуатационных колоннах.

4.4 Риски нарушения целостности скважины и вывода её из строя во время проведения РВР ремонтными установками

Сам процесс РВР технологических скважин приводит к преждевременному износу, старению эксплуатационной колонны и фильтров скважины. Возможным риском вывода из строя технологических скважин ремонтными установка являются воздействия:

- высокого давления сжатого воздуха и промывочной жидкости на места соединения эксплуатационной колонны;
- избыточного веса промывочного инструмента на забой при удалении песчаных пробок и наростов кольматации;

- постоянное трение стенок и соединения колонны ремонтным инструментом по всей длине скважины;

- образования высокой температуры при реагентной обработке фильтра скважины.

Прокачка скважины передвижными компрессорами высокого давления XRVS336 и установками пневмоипульсной обработки при заглубке напорного шланга в скважине и соответственно частая подача высокого давления сжатого воздуха в один и тот же интервал эксплуатационной колонны скважины, может привести к ослаблению соединения труб и повреждению колонны. Вибрация и колебательные движение эксплуатационной колонны во время прокачки скважины, частые гидроудары увеличивает риск проявления скрытых дефектов соединениях колонны [40].

При промывке технологических скважин буровыми и установкой УОС давление промывочного инструмента на забой, трение о стенки и соединения колонны ремонтным инструментом, трение о стенки и уступы соединения колонны свабирующим инструментом увеличивают вероятность нарушения герметичности обсадных колон, возникает риск смещения колонны и застревания ремонтного инструмента в интервале смещения эксплуатационной колонны. Избыточная нагрузка на забой или обильное пескование скважины при промывке может привести к прихвату снаряда в интервале промывки. Химическая коррозия стенок снаряда и резьбовых соединений замков приводит к потере его веса и прочности, преждевременному старению, увеличивая риск обрывов во время проведения РВР. Воздействие забойных инструментов для разрушения кольматационных и песчаных пробок, может привести к деформации фильтров скважины, смещение или поломке дисков фильтра.

При приготовлении и подаче в скважину декольматирующих растворов на основе серной кислоты увеличивается риск деформации колонны и фильтра под воздействием высокой температуры раствора [41]. Такое воздействие может привести к деформации колонны или дисков фильтра, что повлечет за собой нарушение целостности колонны или пескования скважины.

4.5 Способы восстановления производительности технологических скважин

Способы восстановления проницаемости пластов делятся на три основных вида: физические, химические, и физико-химические.

К физическим методам относятся прокачки скважин дизельными установками XRVS336, пневмоимпульс и промывка скважины от песчаных пробок установкой УПОС.

К химическим методам относятся реагентные обработки фильтров и прифильтровых зон скважин с применением серной или соляной кислот, бифторида аммония, сульфанола, триполифосфат натрия, сульфаминовой кислоты или других реагентов.

К физико-химическим методам относятся комбинации реагентных обработок с механическим воздействием (свабирование) на целевые участки скважины [40].

4.6 Технические средства проведения ремонтно-восстановительных работ

Все виды ремонтно-восстановительных работ и методы их выполнения требуют наличия различной техники и вспомогательных устройств.

Для чистки скважин от песка применяется установка УПОС. Установка смонтирована на прицепе содержит барабан с навитым на него растворо-подъёмным шлангоукладчиком, подающим устройством, ёмкостью для сбора раствора, грязевым насосом и пульт управления [47].

Высокая производительность установки обеспечивается минимальным временем спускоподъёмных операций и технологией размыва, когда нижний торец растворопоодъёмной трубы непосредственно сближен с песчаной пробкой. В среднем очистка одной скважины обеспечивается за 12-24 часа. Для чистки скважин от песка используются и обычные эрлифты.

При пневмоимпульсной обработке в фильтре скважины с помощью пневмокамеры создаются упругие колебания, возбуждающиеся при быстром истечении в жидкость, находящуюся в скважине, воздуха, который находится в корпусе пневмокамеры под давлением. Для данного вида обработки применяется установка пневмоимпульса [41].

В некоторых случаях при ремонте скважин используется серийно выпускаемое буровое оборудование и инструмент.

Ремонт скважин методом эрлифта, при помощи передвижных компрессоров XRVS336, как правило, применяется для устранения последствий механической кольматации фильтров и составляет обязательную завершающую часть ремонтно-восстановительных работ.

Химическая обработка при помощи передвижных и стационарных узлов химической обработки применяется при проявлениях химической кольматации на откачных скважинах.

Общие принципы планирования службы по ремонту технологических скважин

Для планирования и организации работ службы по ремонту технологических скважин необходимо определить:

1) Причины выхода скважин из строя или снижения их производительности.
2) Условия, при которых произошли нарушения режима работы скважины.
3) Периодичность выхода из строя скважины.

4) Количество скважин эксплуатируемых на месторождении.

Планирования ремонтов технологических скважин связано с определением необходимого количества оборудования, состава и числа ремонтных звеньев (бригад), вспомогательных материалов.

Для решения этих вопросов необходимо:

- оценить степень и характер снижения производительности скважин или выявленного дефекта;
- определить метод ремонта;
- необходимое количество таких ремонтов на отрабатываемый блок (участок) в течение месяца (года).

Исходные параметры для планирования службы по ремонту скважин: а) t - время одного ремонта или чистки скважин;

б) t1 – время между ремонтами (межремонтный цикл) одной скважин; в) m – число ремонтов в год на 1 скважину;

г) N – число эксплуатируемых скважин в год.

Общее затраты времени на ремонтные работы:

$$T= (N \times t \times m):t1 \qquad (2)$$

t - затраты времени на один ремонт, определяются, суммированием затрат времени на проведение различных операций при проведении данного вида ремонта по блокам (участкам).

t1 - время между ремонтами (МРЦ) одной скважины определяется исходя из опыта работ с учётом особенностей каждого блока (участка, залежи).

N – число эксплуатируемых скважин в год определяется по данным плана горных работ.

Время между чистками скважин от песчаных пробок определяется по формуле:

$$T = [k \{(\pi d2: 4) \times (0,3 + 0,5)\} \times Laq]: gQ \qquad (3)$$

где: k– коэффициент, учитывающий вынос механических взвесей в зафильтровую зону, (для мелко и среднезернистых песков k = 1,15-1,2, для крупнозернистых – 1,25-1,3);

d– внутренний диаметр фильтра, м; La - длина фильтра, м;

Q - плотность массы механических взвесей, т/м3;

g - содержание механических взвесей в растворе, т/м3; Q - производительность скважин, м3/сут.

Расчёт времени между чистками скважин производится при проектировании этих работ на новых участках.

Определение времени между чистками на действующих участках производится на основании имеющихся статистических данных.

Работы по очистке песчаных пробок, совмещаются с работами по восстановлению производительности скважин.

Длительность МРЦ между работами по восстановлению производительности скважин, определяется промежутком времени в течение которого, производительность скважин снижается до минимально допустимых значений.

Значения МРЦ для проектирования работы ремонтной службы рудника определяются по фактическим данным МРЦ отрабатываемого участка (блока).

Значения МРЦ для вновь вводимых в работу месторождений, определяются по фактическим данным, полученным при проведении опытно-промышленных работ по добыче урана на данном месторождении [44].

Выбор методов технических средств и технологии проведения РВР определяется по результатам сравнения коэффициента эффективности проведения РВР этими методами, определяемого как суммы средних затрат на проведение РВР и не дополученного дохода в результате потерь металла, обусловленных выводом скважины из работы на время проведения РВР на одной эксплуатируемой скважины, на один день межремонтного цикла в год.

Коэффициент эффективности проведения РВР определяется по формуле:

$$КРВР = (ЗРВР + ЗМ): НЭ \quad (4)$$

где:

ЗРВР – средняя сумма затрат на проведение РВР данного вида на 1 скважину в год, тенге/скв-год;

ЗМ - стоимость недополученного металла на 1 скважину в год в результате вывода её на РВР, тенге/скв-год;

НЭ - среднее по году количество скв. находящихся в эксплуатации, скважина с учётом технологии проведения РВР выбранными методами, определёнными значениями МРЦ и нормативами затрат времени и материалов на их проведение, определяют необходимые количество основного и вспомогательного оборудования, материалы, состав и количество персонала [42].

Контроль за техническим состоянием эксплуатируемых технологических скважин осуществляется службой ГИС не реже одного раза в год.

Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин методом пневмо-продув

Подготовка к работе:

- Заполнить баллоны сжатым воздухом под давлением 30 МПа (300 кг/см2).

- Освободить площадку для размещения установки от ненужного оборудования и посторонних предметов, а в метах прохождения магистрали подачи сжатого воздуха от осколков стекла, гравия и других мелких предметов и демонтировать оголовник устья скважины.

- Установить установку вблизи обрабатываемой скважины так, чтобы барабан лебёдки находился в горизонтальном положении, а его ось – перпендикулярно линии, проходящей через устье скважины. Автомашину установить на ручной тормоз как на рисунке 4.3.

- Смонтировать на скважине отводной гусак соединенный раствороприемной емкостью и блок-баланс для спуска снаряда на пневмошланге в скважину;

- Перед спуском снаряда в скважину, убедиться, что выхлопные отверстия снаряда не закупорены (отверстия снаряда и шланг барабана не забиты).

Рисунок 4.6.1. Оборудование Пневмо-продува

Порядок проведения работ:

- Опустить специальный снаряд в скважину на глубину согласно плана проведения РВР или дополнительной заявки.

- Открыть вентиль магистрали подачи сжатого воздуха и подать сжатый воздух с давление не выше 8 Мпа (80 кг/см2) в магистраль и снаряд;

- Убедиться в том, что сжатый воздух подаётся (толчки по шлангу, звук подачи при малых глубинах);

- Обработать заданный интервал путём спуска и подъёма снаряда при заправленных шести баллонах с двумя ветками при давлении 280 кг\см2 производится периодический пневмо-продув прифильтровой зоны скважины

под давлением 80 кг\см2 через специальный снаряд до снижения давления в баллонах 80 кг\см2. Данный пневмо-продув производится в течении 80 минут с периодическими остановками продува для гидроудара, имеющим также 5-6 выбросов раствора в объёме не менее 1м3 каждая [45].

- Пневмообработку прекратить после снижениия давлени
- После окончания пневмообработки фильтра, вентиль подачи воздуха в снаряд закрыть. Снаряд поднять в скважине выше статического уровня водоносного горизонта и оставить её в колонне до полного стравливания воздуха из воздухоподающей системы.
- Поднять специальный снаряд на поверхность.
- После окончания работ на скважине, снаряд открутить, промыть водой, произвести визуальный осмотр оборудования.
- Монтировать устьевой оголовник и выставить скважину по регламенту.

Порядок окончания работ:

- По окончании обработки поднять снаряд до высоты 3-5м ниже устья скважины и предварительно закрыв вентиль воздушного баллона, снять давление из магистрали подачи сжатого воздуха переводом шарового вентиля в позицию «II»;
- Поднять и отсоединить специальный снаряд;
- Данные по пневмо-продуву скважины занести в рабочий журнал;
- Собрать рукав высокого давления на барабан лебёдки;
- Демонтировать трубопровод от гидросборника для переезда;
- Отсоединить отводной гофрированный рукав от оголовника пневмоимпульсной обработки скважины;
- Демонтировать оголовник пневмоимпульсной обработки скважины;
- Смонтировать технологическую обвязку скважины;
- Отключить электропитание установленного оборудования от разъема ЯРВ, демонтировать заземление;
- Собрать ограждение места выполнения работ;
- Сообщить мастеру смены о готовности к сдаче скважины в эксплуатацию.

Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин способом обработки бифторидом аммония

Реагентная обработка скважин – химический способ восстановления производительности скважин, заключающийся в подаче специальных химических растворов в фильтровую колонну и прифильтровую зону для растворения кольматирующих образований.

Реагентная обработка скважин применяется на участках работ характеризующихся сильной химической кольматацией и в случаях, когда физические способы очистки фильтровой колонны и прифильтровой зоны не дают положительного результата.

Реагентная обработка технологических скважин проводится после проведения ремонтно-восстановительных работ по удалению песчаных пробок, промывки фильтровой колонны и отстойника.

Методы реагентной обработки скважин.

Реагентные способы проведения РВР осуществляются следующими методами:

-применяется метод кислотной обработки призабойной зоны скважин, позволяющий восстановить и улучшить ее фильтрационные характеристики, растворить и разрыхлить в скважине отложения и повысить проницаемость призабойной зоны пласта, а значит и дебит скважин;

-производится путем закачки раствора наливом через устье технологической скважины. Скорость закачки раствора в скважину зависит от приёмистости скважины. Вне зависимости от приёмистости, необходимо обеспечить закачку полного объема раствора;

Подача кислоты в зону установки фильтров осуществляется:

- свободным наливом в скважину и последующей продавкой её буферной жидкостью (выщелачивающим раствором, технической водой) в фильтровую зону при статическом уровне жидкости ниже уровня земли;

- принудительной подачей насосом через буровой снаряд или шланг, с герметизацией устья скважины при статическом уровне растворов в скважине выше уровня земли (самоизлив).

Бифторид аммония токсичен и химически агрессивен. Реагентная обработка скважин раствором бифторит аммония.

Образующиеся в результате указанных реакций растворённые продукты удаляются из скважины последующей промывкой скважины.

Бифторид аммония (аммоний фтористый кислый) - NH4F*HF– существует в виде бесцветных кристаллов, легко и быстро растворимых в воде, хорошо впитывающих влагу (аммоний фтористый кислый нельзя хранить в условиях повышенной влажности). Относится к токсичным веществам, взрывобезопасен, пожаробезопасен и фото бифторида аммония, также спусковых труб на рисунке 4.4.

Рисунок 4.6.2 – Оборудование для Бифторидом и упаковка БАФ

Аммоний Бифторида успешно заменяет фтористоводородную кислоту. Использование Аммония Бифторида вместо плавиковой кислоты особенно упрощает процесс обработки стекла, делает его более безопасным и менее вредным [34].

Обрабатывать скважины бифторитом аммония необходимо при соблюдении правил техники безопасности, так как несоблюдение их может привести к тяжёлым отравлениям. Попадание концентрированной кислоты на кожу вызывает ожоги. Все соединительные узлы монтажной схемы оборудования должны быть герметичными, не допускающими утечек. Перед обработкой скважины бифторидом аммония с помощью нагнетания, все трубопроводы должны быть опрессованы на полуторакратное рабочее давление. В случае подачи бифторида аммония самоналивом, опрессовку не производят [43].

Подготовка к работе.

Необходимо засыпать 6 мешков (150 кг) сухого бифторида аммония (БФА) в емкость для химической обработки скважин объемом 6 м3, с последующим заполнением емкости раствором серной кислоты, с концентрацией 40 г/л (в процессе наполнения емкости, происходит

растворение БФА за счет энергии струи). Запустить электронасос в режим циркуляции раствора БФА на 1 час.

Объем (6 м3) приготовленного раствора БФА хватит на обработку 3-х скважин.

Приготовленный раствор транспортируется на скважину в передвижной установке для химической обработки, после раствор БФА закачивается в пласт.

Спустить шланг на обрабатываемую скважину в зону фильтров, затем подать раствор в количестве 2 м3 на одну скважину, подключить и задавить 4 м3 выщелачивающего раствора. После закачки вышеуказанного количества раствора скважину запускать в работу через 24 часа [34].

При проведении работ на установке и настройке оборудования, а также при испытании вышеуказанного метода должна обеспечиваться безопасность обслуживающего персонала в соответствии с системой стандартов безопасности труда и соблюдением норм пожарной безопасности. Все работы по приготовлению растворов, транспортировки, настройке оборудования, эксплуатации и техническому обслуживания метода должны выполняться персоналом, прошедшим инструктаж.

Работы по приготовлению раствора БФА.

Засыпать в емкость БФА в количестве 6 мешков (150 кг) на 6 м3; Заполнить емкость раствором серной кислоты, с концентрацией 40 г/л;

Запустить электронасос для циркуляции раствора, перемешивать раствор один час;

На одну скважину 2 м3 готового раствора БФА; Задавить 4 м3 выщелачивающего раствора; Запустить скважину в работу через 24 часа;

Приготовленный раствор транспортируется на скважину в передвижной установке для химической обработки, из которого собственным насосом раствор кислоты закачивается в пласт.

Технические средства, необходимые для выполнения работ.

- Платформа передвижная с гибким рукавом для соединения со скважиной.
- Центробежныйнасосный агрегат из коррозионностойкого материала (пластика) требуемой производительностью.
- Лебедка с электроприводом, гибкий рукав для подачи растворов химических реагентов в область фильтров.

Порядок проведения работ:

- Получить задание на реагентную обработку с указанием интервала установку фильтра скважины
- Надеть СИЗ
- Расположить передвижную емкость возле скважины
- Подставить под колесо противооткатные устройства
- Установить заземление
- Подключить электрический разъем передвижной емкости к разъему ЯРВ

- Спустить трубопровод подачи раствора в скважину
- Настроить линию перемешивания раствора
- Включить электронасос в работу
- Настроить подачу раствора в скважину плавным открытием крана
- Регулировать подачу раствора в скважину плавным открытием крана
- Контролировать подачу раствора в скважину не допуская перелива на дневную поверхность

Завершение работы

- Остановить подачу раствора в скважину плавным закрытием крана ЯРВ
- Выключить электронасос
- Поднять трубопровод подачи раствора
- Отключить электрический разъем передвижной емкости от разъема
- Убрать заземление

Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин способом гидродинамической обработки

Гидродинамическая обработка прифильтровых зон откачных скважин – метод восстановления дебита реверсированием потока выщелачивающего раствора (ВР) с воздействием комплексом факторов, устраняющих последствия различных видов кольматации:

- Гидродинамические удары разрушают кольматационный материал;
- Высокая скорость потока выносит от фильтра химический осадок;
- Раствор, доукрепленный реагентом, оказывает воздействие на химический осадок;

-Значительное количество раствора, поданного в прифильтровый объем откачной скважины, восстанавливает гидростатическое давление, тем самым препятствует выделению растворенного в продуктивном растворе углекислого газа и сероводорода.

Предусматривается следующий порядок выполнения работ:

- Установить оголовник предназначенный для гидродинамической обработки скважины (ГОС) на устье обрабатываемой откачной скважины;
- Настроить линию подачи выщелачивающего раствора через трубопровод обрабатываемой откачной скважины. Для этого необходимо установить перемычку между коллектором ВР и трубопроводом обрабатываемой скважины в УП и РР, присоединить трубопровод (гусак) к оголовнику ГОС;
- Настроить дополнительную линию подачи ВР от УП и РР к оголовнику ГОС;
- Установить рядом с обрабатываемой откачной скважиной сборную емкость, настроить линию сброса раствора из оголовника ГОС в сборную емкость;

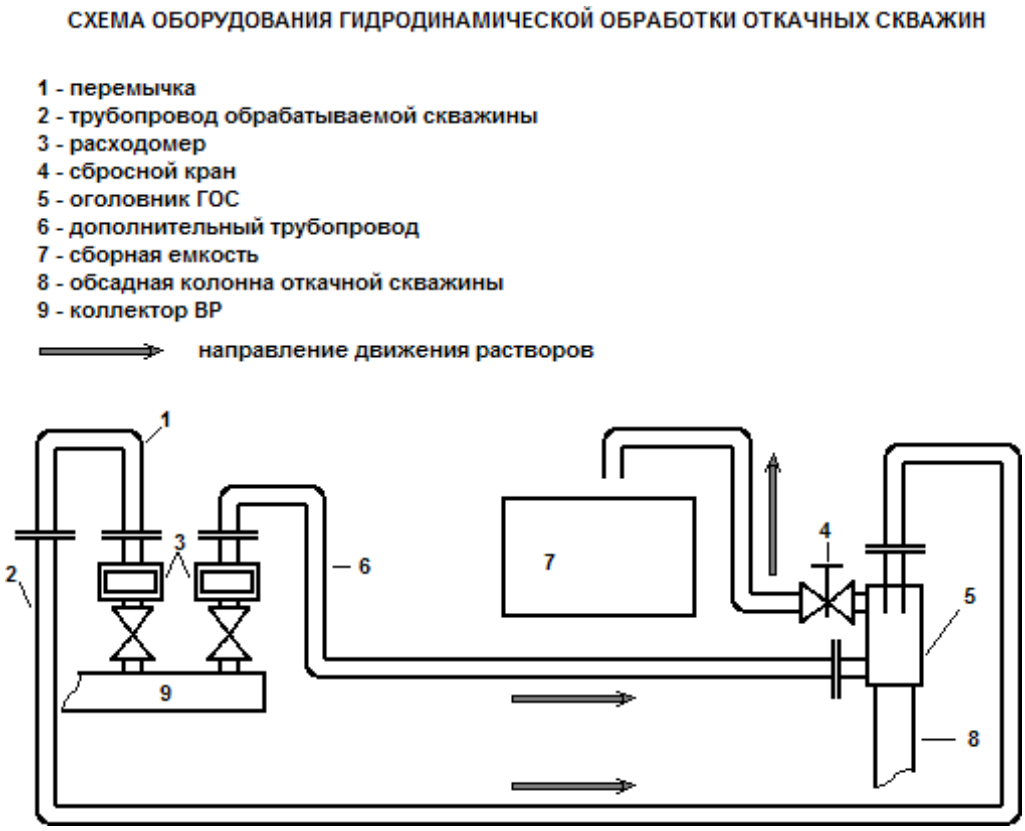


Рисунок 4.6.3. Схема оборудования гидродинамической обработки

- Подать раствор из УП и РР в обрабатываемую откачную скважину в максимально возможном объеме;
- Открыть сбросной кран;
- Заполнить колонну обрабатываемой откачной скважины. При полностью заполненной колонне откачной скважины через линию сброса раствора в сборную емкость начнет поступать раствор;
- Перекрыть сбросной кран, снять показания счетчиков-расходомеров подачи растворов в обрабатываемую откачную скважину [34];
- Выполнить серию гидроударов. Для выполнения гидроударов необходимо открыть сбросной кран, после того как из линии сброса в сборную емкость начнет поступать раствор, энергично перекрыть сбросной кран;
- После выполнения серии гидроударов повторно снять показания расходомеров. Если общий объем подаваемых растворов составит 25-30 м3/ч и более нагнетать раствор в рудный горизонт в течение времени, определенном графиком РВР:

- В случае если гидроударами повысить объем подаваемых растворов до нужного значения не удается, необходимо провести дополнительные обработки фильтровой зоны скважины пневмоимпульсной установкой;
- По окончании гидродинамической обработки скважины составить отчет, в которомнеобходимо отразить:
- Начальный объем подаваемых растворов;
- Приемистость откачной скважины после выполнения гидроударов;
- Приемистость откачной скважины в конце гидродинамической обработки скважины;
- Общее количество поданного в скважину раствора.

Причины выхода технологических скважин из строя на участке Каратау месторождения Буденовское

В ходе эксплуатации, в подавляющем большинстве случаев наблюдается снижение дебита или приёмистости скважин, обусловленное отложением на фильтре и в прифильтровой зоне кольматирующих образований химического происхождения, глинистых частиц, оставшихся в результате некачественного удаления бурового раствора при освоении скважины, образованием песчаных пробок в фильтре вследствие суффозии песка из продуктивного пласта, механической кольматации закачных скважин, в результате наличия в выщелачивающих растворах мехвзвесей. Помимо этого, возникают нарушения герметичности обсадных колон, нарушение целостности фильтров, обрывы водоподъёмного оборудования и др [34].

В связи с этим, возникает необходимость в проведении различных мероприятий по восстановлению дебита скважин - удаление песчаных пробок, а также кольматирующих образований с поверхности фильтра и прифильтровой зоны, восстановление герметичности обсадных колон, замена фильтров.

Технологические скважины выходят из строя при эксплуатации по следующим основным причинам:

- Повреждение труб эксплуатационной колонны и фильтра в процессе монтажных и ремонтно-восстановительных работ.
- Нарушение герметичности обсадных колон на резьбовых соединениях в результате знакопеременных температурных и напорных воздействий растворов.
- Несоответствие технических параметров фильтров (проходных отверстий, скважности и др.), геолого-гидрогеологическим характеристикам пород рудного горизонта.
- Зарастание фильтров и прифильтровой зоны продуктами химической и механической кольматации, в результате чего производительность скважин снижается.

4.7 Эффективность ремонтно-восстановительных работ в технологических скважинах в диаграмме

Все виды ремонтных работ и методы их выполнения показали свою эффективность по восстановлению дебита технологических скважин согласно регламентам.

Более эффективным является применение нового метода РВР «Пневмопродув» с минимальным количеством оборудований, наименьшими трудозатратами без снижения межремонтного цикла технологических скважин.

Предлагаемый метод РВР является целесообразным в плане экономического подхода.

Экономическим результатом, обеспечиваемым приведённой совокупностью признаков, является использование только одной «Пневмоимпульсной установки» и гидросборника на рисунках 4.7.1 и 4.7.2.

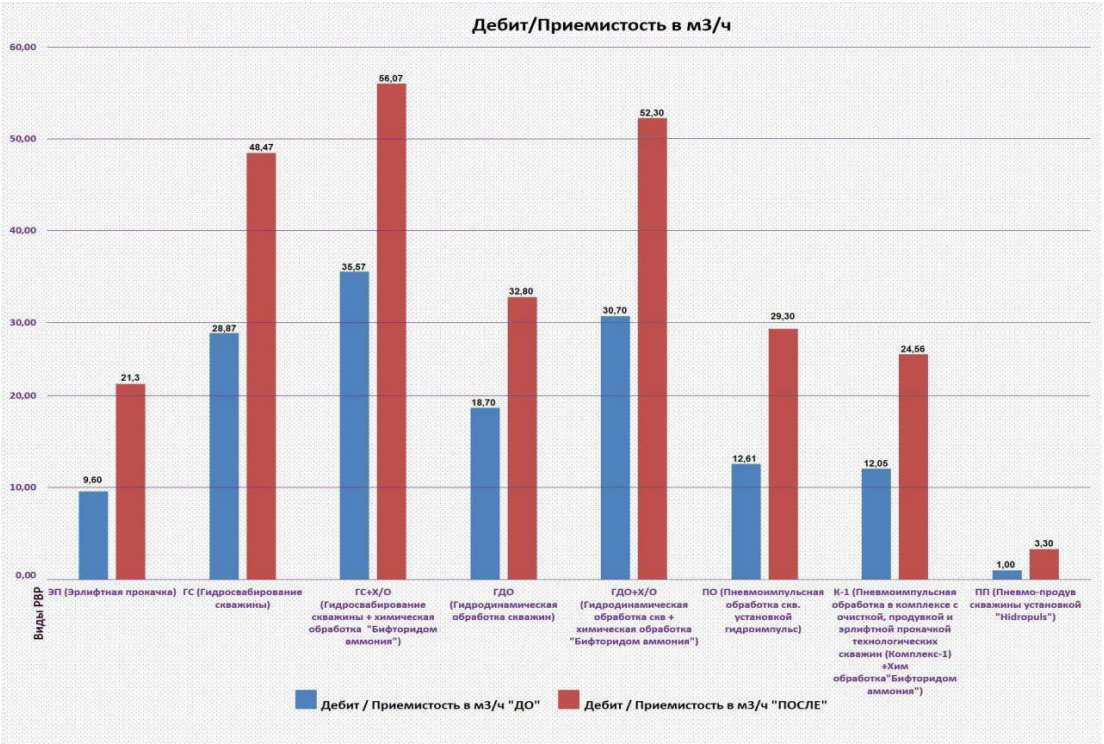


Рисунок 4.7.1 Дебит/Приемистость в м3/ч

Рисунок 4.7.2 Эффективность скважин в %

5 Экономический эффект

Все виды ремонтных работ и методы их выполнения требуют наличия различного оборудования и вспомогательных устройств.

Для чистки скважин от песка применяется установка УОС. Установка смонтирована на прицепе содержит барабан с навитым на него растворопoдъёмным шлангоукладчиком, подающим устройством, ёмкостью для сбора раствора, грязевым насосом и пульт управления.

Высокая производительность установки обеспечивается минимальным временем спускоподъёмных операций и технологией размыва, когда нижний торец растворопoдъёмной трубы непосредственно сближен с песчаной пробкой. В среднем очистка одной скважины обеспечивается за 12-24 часа. Для чистки скважин от песка используются и обычные эрлифты [34].

При пневмоимпульсной обработке в фильтре скважины с помощью пневмокамеры создаются упругие колебания, возбуждающиеся при быстром истечении в жидкость, находящуюся в скважине, воздуха, который находится в корпусе пневмокамеры под давлением. Для данного вида обработки применяется установка пневмоимпульса.

Как показал отчёт за 11 месяцев 2020 год обработки скважин: (пневмо-продув) является не менее эффективным относительно других видов РВР, а также экономически целесообразным по сравнению с таким методам как:

«Комплекс-1».

В данном методе РВР задействовано следующее оборудование:

1. Пневмоимпульсная установка;
2. Передвижной гидросборник.

Данный метод проведён с сентября по ноябрь 2019 года на 460 технологических скважинах, согласованных с отделом ГТО рудника и показал хорошие результаты. При проведении данного вида РВР не теряется качество обработки скважин, то есть не уменьшается межремонтный цикл. Ниже в Таблице 5.1 приведён сравнительный анализ межремонтного цикла технологических скважин.

Таблица 5.1 - Сравнительный анализ межремонтного цикла технологических скважин (среднее значение за год):

Вид РВР	Время, сутки
Гидравлическое свабирование откачной скважины	36
Эрлифтная прокачка закачной скважины	25
«Комплекс 1» Пневмоипульная обработка+эрлифтна прокачка откачной и закачной скважины	32
Пневмо-продув скважин	33

Общая продолжительность работметодом «пневмо-продув скважин» показан ниже на таблице 5.2

Таблица 5.2 - Метод РВР обработки технологических скважин «Пневмо-продув скважин»

№п/п	Наименование выполняемой работы	Общая продолжительность, t, мин
	Прибытие рабочего на рабочее место, получени предсменного инструктажа от мастера смены УРВПолучение сменного задания	10
	Прибытие к месту работы на полигоне для проведени пневмоимпульсной обработки скважины	40
	Монтаж оборудования и подготовка к обработке	30
	Пневмоимпульсная обработка скважины	80
	Демонтаж оборудования. Подготовка к перебазировани	30
	Перебазирование на другую скважину	30
	Монтаж оборудования и подготовка к обработке	30
	Мероприятия по ТБ	20
	Обеденный перерыв, прибытие в АБК и обратно	60
1	Заправка баллонов сжатым воздухом	150
1	Пневмоимпульсная обработка скважины	80
1	Демонтаж оборудования. Подготовка к перебазировани	30
1	Заправка баллонов сжатым воздухом	150
1	Визуальный осмотр оборудования	10
ИТОГО:		**750**

Расчёт экономического эффекта:

На 2020 год ремонтно-восстановительные работы запланированы согласно следующей таблице 5.3:

Таблица 5.3 - План РВР на 2020 год

Вид РВР	I квартал		II кварта		III кварта		IV кварта		2020г
	УРВ	Всего	УРР	Всег	УРВ	Всег	УРВ	Всег	Всего
Пневмоимпульсная обработка+Экомплекс №1	336	33	368	368	368	368	388	388	1460
Пневмоимпульсная	672	67	736	736	736	736	776	776	2920

обработка									
Гидравличес ое свабирование откачных скважин комплексе	84	84	92	92	92	92	97	97	365
Гидродинами еская обработка откачных скважин комплексе	84	84	92	92	92	92	97	97	365
УРБ2А2	0	0	46	46	46	46	30	30	122
ИТОГ	**5278**								

В сентябре внесены изменения в График РВР на 2020 год с полной заменой операций метода «Комплекс 1» на (100%) на метод «Пневмо- продув скважин».. Затраты на комплексную обработку закачных скважин приведены в таблице-5.4. Предварительный экономический эффект от данного метода составит 8495813,6 тенге:

Э=31-32

Э=26964973,6- 18469160,0= 8495813,6 тенге;

Кроме описанного прямого экономического эффекта данный метод является более экологичным, по сравнению с другими методами РВР, это обусловлено тем, что при нем не применяется дизельное топливо, соответственно отсутствуют прямые выбросы CO2 в атмосферу. И если даже гипотетически представить, что все оборудование для РВР переведут на электропривод, то и в этом случае пневмо-прокачка окажется менее энергоемким и более экологичным, т.к. расходует значительно меньше энергии и не требует использования реагентов.

Таблица 5.4 - Расчетные затраты на пневмо-прокачку (ПП)

№ п/	Показатели	Единицы	Количество
1	Время на проведение пневм прокачка	час	
2	Электрэнергия	кВт	27
3	Цена на электроэнергию	кВт*час/тенге	13,8
4	Затраты на электроэнергию пр пневмо-прокачку (п.2 х п.3)	тенге.	381,1

5	Расход дизельного топливо за час на пневмо-прокачку	литр	
6	Цена дизельного топливо	тенге	20
7	Затраты дизельного топливо н пневмо-прокачку (п.1 х п.5 х п.6)	тенге	0,0
	Итого (п.4 + п.7)	тенге	381,1

Ниже приведен расчет экономического эффекта на таблице 5.5.

Таблица 5.5 - Сравнительный расчёт экономического эффекта

№ п/	Показатели	Ед. измерении	Варианты	
			До	После
1	Необходимое количество Комлекс-на 2020 год	операции	1460	1000
2	Расчетные затраты дизельногтопливо и электроэнергии при КОЗ (460 скв)	тенге	8 495 813,6	
3	Расчетные затраты дизельногтопливо и электроэнергии на одн скважину при пневмо-прокачке	тенге		381,15
4	Итого	тенге	36864973,6	1846916

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью работы является устранение проблем со снижением производительности технологических скважин или выхода скважин из строя, при помощи комплексных ремонтно-восстановительных работ. Проведение ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических скважин методами РВР (ремонтно- восстановительных работ) участка Каратау месторождения Буденовское.

В диссертации представлены краткие сведения о районе, геологические особенности, характеристика уранового оруденения участка Каратау месторождения Буденовское, методы РВР применяемые на месторождении, причины выхода технологических скважин из строя, новый метод РВР «пневмо-продув скважины» и экономическая эффективность нового метода РВР.

Основной геологической особенностью месторождения характеризуется трехъярусным геологическим строением. Складчатый фундамент на месторождении залегает на глубине от 2 км до 3 км. Он сложен терригенно-кремнистыми кембрийскими и ордовикскими образованиями, прорванными раннепалеозойскими интрузиями базитов и габбро-диоритов. Промежуточный структурный этаж залегает под рыхлым чехлом на глубине от 220 м на востоке, до 450 м на западе, и представлен осадочным субплатформенным комплексом.

Урановое оруденение на месторождении Буденовское залегает в проницаемых песчаных горизонтах и контролируется границами зон пластового окисления, которые являются частями одного регионального фронта окисления. Рудовмещающими на месторождении в целом являются два меловых горизонта: мынкудукский (нижний турон) и инкудукский (верхний турон-коньяк-сантон). Оруденение представляется как монометальное. Основные урановые минералы – коффинит и настуран.

Основными видами РВР являются: Гидросвабирование (ГС), Гидродинамическая обработка скважины + химическая обработка "Бифторидом аммония" (ГДО+Х/О), Гидросвабирование скважины + химическая обработка "Бифторидом аммония" (ГС+Х/О), Пневмоимпульсная обработка скважины установкой гидроимпульс (П/О), Пневмоимпульсная обработка в комплексе с очисткой (продув) и эрлифтной прокачкой технологических скважин.(Комплекс-1) (К- 1), Промывка скважины установкой "УРБ" (УРБ пром.) и Пневмо-продув скважины установкой "Hidropuls" (ПП). Нельзя не сказать о преимуществе одного или другого метода – они дополняют друг друга.

Основная причина, в необходимости проведения ремонта скважин является полное или частичное зарастания фильтра продуктами кольматации. Согласно отчёту за 11 месяцев 2020 года значительный экономический эффект показал новый метод РВР «Пневмо-продув» с инимальным количеством оборудований, наименьшими трудозатратами.

Задачей РВР восстановления производительности технологических скважин.

Последняя глава диссертации посвящена экономической эффективности новых методов проведения ремонтно-восстановительных работ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На протяжении своей деятельности геотехнологический отдел разрабатывает и внедряет инновационные методы совершенствовании процессов РВР и освоении ГТС таких как:

2013 г. разработка «Гидродинамического излучателя (ГДИ) для проведения РВР.

2013-14 гг. разработала и усовершенствовало специальной химической обработки фильтров и прифильтровой зоны декольматантами на базе установке 1БА-15В, УРБ

2015 г. проводила стендовые испытания Универсального Ремонтного Агрегата» (УРА) на базе автомашины МАЗ 500 на платформе буровой установки 1БА-15В.

В 2019-20 гг. Было сконструировано и внедрила в производство на передвижную модульную установку очистки скважин (Прил. А) (ПМУОС).

2019-20 гг. была разработана и проведены испытания «Скважинного фильтра с искусственной гравийной обсыпкой «Рубашка» (Прил. Б). Предотвращающие проявление суффозии пескопроявления. (Заявка № 2012/037.2 от 05.04.12г.) На приложении В показано Распространение гидродинамического потока химических реагентов от кавтационной установки.

В сложных геологических условиях с преобладанием карбонатных пересечений перспективным направлением проведения РВР является комбинированные методы проведения РВР сочетающих в себе физические и химические воздействия на ПЗП и кольматирующие элементы. Позволяющие удалять проявление как механические так и химические осадкопроявления, что решит задачу увеличение дебита и межремонтного цикла скважины а также снижение себестоимости восстановление геотехнологических параметров скважин.

Ожидаемые результаты:

Увеличение межремонтного цикла геотехнических скважин

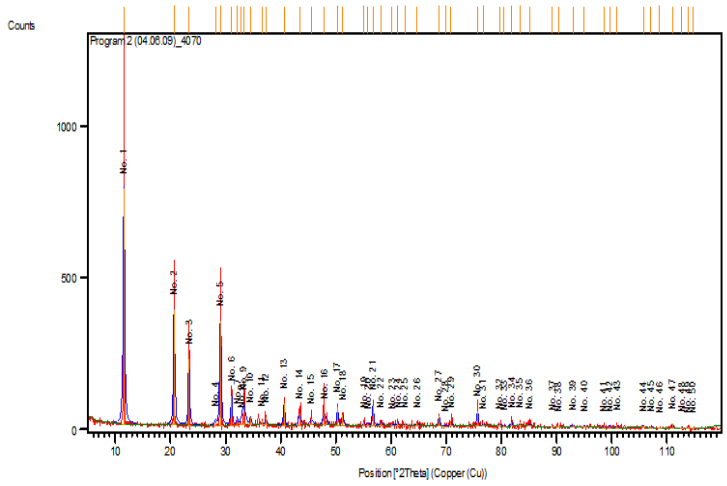
Уменьшение затрат на проведении РВР за счет улучшения эффективности проведения РВР.

Оптимизация процесса выщелачивания урана за счет применения взаимодействующего универсального химического реагента с осадкообразующими соединениями, препятствующие процессу выщелачивания урана.

Увеличить дебит откачных скважин и приемистость закачных скважин за счет улучшения фильтрационных характеристик пластов.

Результаты лабороторных исследовании показали что основной причиной химической кольматации являются гипс, силикаты кальция и алюминия (Рис. 1). А также сделена спектрометрия для получения полного представления, показано на рисунке 2.

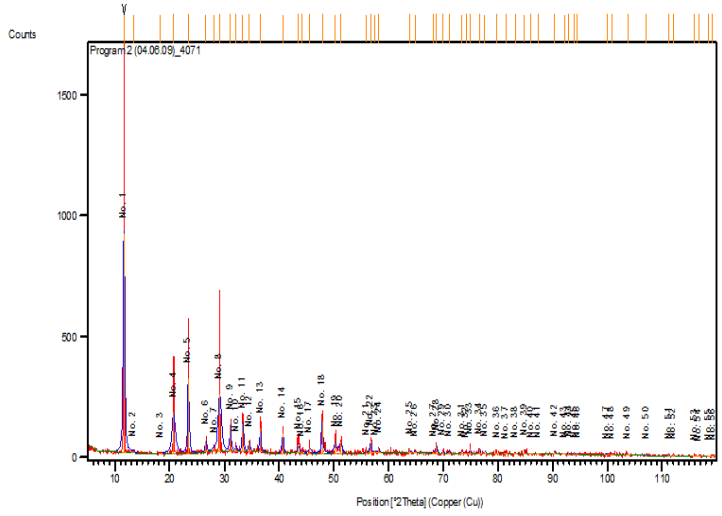
До обработки



No.	Visible	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	Scale Factor	SemiQuant [%]
1	True	00-036-0432	Gypsum	Ca S O4 ·2 H2 O	70	0,631	70
2	True	01-075-1690	Hibschite	Ca3 Al2 (Si O4)1.53 (O H)5.88	32	0,021	3
3	True	01-087-1616	calcium phyllo-dialumodisilicate	Ca (Al2 Si2 O8)	20	0,149	20
4	True	01-081-1135	calcium magnesium tecto-alumoferrosilicate chloride	(Ca5.76 Mg0.24) (Al4.44 Fe0.48 Si2.08 O16) Cl2.76	30	0,089	7

Рисунок 1 -Результаты ренгенографических исследований кольматантов после обработки специальными химическими реагентами.

После обработки



o.	Visible	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	Scale Factor	SemiQuant [%]
1	True	01-085-1569	garronite (Ca-exchanged, dehydrated), high, syn	Ca2.83 (Al5.66 Si10.34 O32) (H2 O)7.1	43	0,048	13
2	True	01-073-2041	dicalcium dialuminium silicate trioxide	Ca2 (Al (Al Si) O7)	27	0,041	4
3	True	01-074-1559	Andradite	(Ca2.97 Mg.02 Mn.01) (Fe1.99 Al.01) (Si O4)3	32	0,013	2
4	True	01-072-0467	Gismondine	Ca Al2 Si2 O8 (H2 O)4	22	0,089	38
5	True	01-089-8754	calcium tetraalumodisilicate	Ca (Al4 Si2 O11)	23	0,005	1
6	True	01-072-2375	Epidote	Ca2 Al2 Fe Si3 O12 (O H)	23	0,017	5
7	True	01-089-7304	Pyrope	(Mg0.92 Fe0.05 Ca0.03)3 Al2 (Si O4)3	26	0,028	5
8	True	00-041-1479	Clinozoisite	Ca2 Al3 (Si O4) (Si2 O7) O (O H)	20	0,11	32

Рисунок-2 Спектроскопия образца кольматанта после обработки составом №1

Перечень принятых терминов, перечень сокращений;

РВР – ремонтно-восстановительные работы
ОПВ – опытно-промышленный полигон
ВР – выщелачивающие растворы;
ГИС – геофизические исследования скважин;
ГК – гамма-каротаж;
ИК – инклинометрия;
ИнК – индукционный каротаж;
КМ - кавернометрия;
КНД-М – каротаж методом мгновенных нейтронов деления;
КС – электрокаротаж методом кажущегося сопротивления;
m – мощность рудных интервалов, рудных тел;
ПВ – подземное выщелачивание;
ПР – продуктивные растворы;
ПС – электрокаротаж методом естественной поляризации скважин;
ТМ – термометрия;
ТК – токовый каротаж;
УРБ – установка для разведочного бурения
УОС – установка очистки скважин
УЗДР– узел заправки декольматирующего раствора. (в нашем случае узел заправки сернокислого, соляного,
БФА растворов).
БФА – бифторид аммония
ППР – планово-предупредительные работы
УППР – узел перераспределения продуктивных растворов
ТУЗ – технологический узел закисления
ТО – техническое обслуживание
ТР – текущий ремонт
ПРС – подземный ремонт скважин
ГСМ – горюче-смазочный –материал
УПОС – установка прокачки и очистки скважин
ЯРВ – ящик распределитель высоковольтный
УПиРР – узел приема и распределения растворов
ГТО – геолого-технологический отдел
ЗПО – зоны пластового окисления

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Аубакиров Х.Б. и др. Отчет Чулак-Курганской экспедиции № 5 за 1982-1986 гг. "Выделение перспективных площадей для поисков месторождений урана в отложениях мезозоя-кайнозоя ЮЗ части ЧСД и палеозоя хр. М.Каратау с составлением геологических карт масштаба 1:200 000". Алматы, фонды АО "Волковгеология", 1986

2 Берикболов Б.Р., Вершков А.Ф., Александров Ю.С. Отчет с подсчетом запасов урана по залежи I в южной части месторождения Буденновское по состоянию на 01.01.2004 г. Алматы, фонды АО "Волковгеология", 2004

3 Инструкция по применению классификации запасов к гидро-генным месторождениям урана (Дополнение к Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд) утверждена приказом Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 26 декабря 2008 года № 319. Астана,

4 Я.Н.Белевцева, В.И.Данчева. «Методы изучения урановых месторождений в осадочных и метаморфических толщах» - Москва: Недра, 1995. 323 с.

5 Н.Н.Петров, Б.Р.Берикболов, Х.Б.Аубакиров, А.Ф.Вершков, В.Ф. Лухтин, В.Н.Плеханов, В.М.Черняков, В.Г.Язиков «Урановые месторождения Казахстана», Алматы, 2008, 318 с.

6 А.Ф.Вершков, А.Г.Наталов «Отчет о результатах детальной разведки участка 2 уранового месторождения Буденовское с подсчетом запасов урана по состоянию на 01.01.2012г.», Алматы 2012

7 Э.С.Воцалевский, Н.М.Жуков, А.Л.киселев, В.В.Кулинич, Л.А.Мирошниченко, Н.Тетюхина, Б.С.Ужкенов «Минерагения мезозой – кайназоя Казахстана», Алматы, 2012, стр.123-138

8 Г.Р.Бекжанов, В.Я.Кошкин, И.И.Никитченко, Л.И.Скринник, Т.М.Азизов, А.В.Тимуш «Геологическое строение Казахстана», Алматы, 2000

9 В.А.Мамилов, Р.П.Петров,Г.Р.Шушания, Б.Г.Баташев, Л.Н. Веселова «Добыча урана методом подземного выщелачивания» - Москва, 1980. 202 с.

10 Бровин К.Г., Грабовников, Шумилин М.В. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Алматы: Ғылым, 1997(гл. 6). 384 с.

11 О.А.Дойникова «Минералогия Урана восстановительной зоны гипергенеза», «Физматлит», Москва, 2013

12 Максимова М.Ф., Шмариович Е.М. Пластово-инфильтрационное рудообразование. «Недра», Москва. 1993

13 Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Ғылым, Алматы, 1997

14 Руководство по методике разведки и подсчета запасов урановых месторождений в водоносных горизонтах осадочных пород, предназначенных для разработки методом подземного выщелачивания. ВИМС, Москва. 1988

15 Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. – Москва: Недра. 1995, 155 с.

16 Яшин С.А. Подземное скважинное выщелачивание урана на месторождениях Казахстана // Горный журнал. – 2008.

17 Добыча урана методом ПВ. / Под ред. В.А. Мамилова. – Москва: Атомиздат. 1980, 248 с.

18 Инструкция (методические указания) по подземному выщелачиванию урана. Алматы, 2006, 223 с.

19 Справочник по геотехнологии урана. / Под ред. Скороварова Д.И. – М.: Энергоатомиздат. 1997, 672 с.

20 Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: ТОО «Fortress», 2005

21 Аренс В.Ж., Гайдин А.М. Геолого-гидрогеологические основы геотехнологических методов добычи полезных ископаемых. – Москва: Недра

22 Новик-Качан В.П. и др. Добыча металлов способом выщелачивания. – Москва: Цветметинформация, 1974

23 Калабин А.И. Добыча полезного ископаемого выщелачиванием и другими геотехнологическими методами. – М: Атомиздат, 1981. –145 с.

24 Лунев Л.И., Попов И.Г. Классификация систем разработки полезного ископаемого // Проблемы геотехнологии. – Москва: Госгорхимпроект.

25 Комплексы подземного выщелачивания. / Под ред. Кедровского О.Л. – МОСКВА: Недра.

26 Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. – М: Изд. МГГУ.

27 Алтаев Ш.А. и др. Геотехнологические методы разработки рудных месторождений. – Алматы: Рауан, 1997.

28 Алтаев Ш.А., Чернецов Г.Е., Орынгожин Е.С. Технология разработки гидрогенных урановых месторождений Казахстана. – Алматы: ТОО «Fortress», 2003.

29 Рогов Е.И. Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. – Алматы: Lem.

30 Рогов А.Е., Рогов Е.И., Язиков В.Г. К определению пределов изменения радиуса гексагональной ячейки и расстояния между скважинами в разных схемах // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы, 2000. – № 3.

31 Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. «Недра», Москва, 1995

32 В.И.Смирнов, А.П.Прокофьев, В.М.Борзунов, А.И.Дюков «Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых», Москва, 1960

33 Петров В.А. О путях сокращения затрат на разведку урановых месторождений для подземного выщелачивания. Выпуск 69, ВИМС, Москва, 1981

34 Иванов А.Г., Михайлов А.Н., Алексеев Н.А., Иванов Д. А., Арсентьев Ю.А., Соловьёв Н.В., Назаров А.П. РВР для повышения производительности технологических скважин. М: Недра 1998, 355 с.

35 Справочник по геотехнологии урана. Энергоатомиздат, Москва. 1997

36 Шумилин М.В., Муромцев Н.Н., Бровин К.Г. и др. Разведка месторождений урана методом ПВ. «Недра», Москва. 1985

36 Шумилин М.В., Викентьев В.А. Подсчет запасов урановых месторождений. «Недра». Москва, 1982

37 Язиков В.Г., Забашов В.А., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Алматы, 2000

38 Язиков В.Г. Особенности геологического изучения инфильтрационных (гидрогенных) месторождений урана при их доразведке и освоении. Томск. 2012. 93 с.

39 Домаренко В.А. «Геология месторождения руд редких и радиоактивных элементов: Прогнозирование, поиски и оценка», «Юрайт», Москва, 2017

40 Инструкция (методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана, НАК «Казатомпром», Алматы 2006

41 Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям радиоактивных металлов, Москва 2007

42 Инструкция по гамма-каротажу при подготовке к эксплуатации пластово-инфильтрационных месторождений урана, Алматы 2003

43 Инструкция МВИ (Методика выполнения измерений) по гаммакаротажу на месторождения урана пластово-инфильтрационного типа, Алматы 2016

44 Стандарт АО «НАК «Казатомпром»» СТ НАК 15.5-2015 «Расчет среднеблочных параметров оруденения к подсчету запасов методом геологических блоков в проекции на горизонтальную плоскость для гидрогенных месторождений», Астана 2015

45 Технико-экономическое обоснование постоянных кондиций по участку «Центральный» уранового месторождения Мынкудук, ТОО «ВерШИна», Алматы 2008

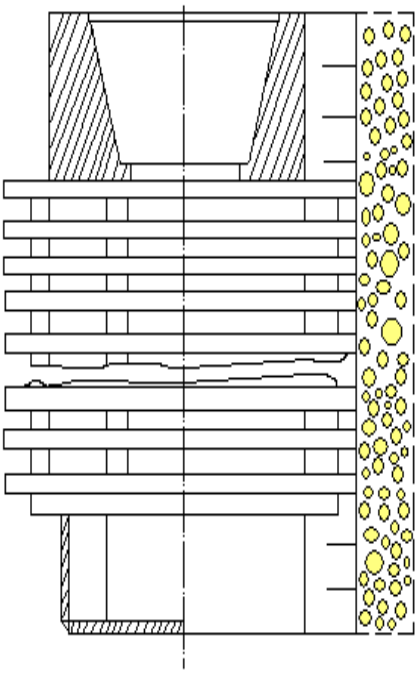
46 А.Ф.Вершков, А.А.Мендыгалиев «Отчет по разработке методики пересчета запасов технологических блоков рудника «Центральный Мынкудук», АО "Волковгеология", Алматы 2018

47 А.Ф.Вершков, А.Г.Наталов «Отчет о результатах детальной разведки участка Центральный уранового месторождения Мынкудук с подсчетом запасов урана по состоянию на 01.01.2010г.», Алматы 2010

Приложение А

Передвижная Модульная Установка Очистки Скважин (ПМУОС).

Приложение Б



Самоочищающийся скважинный фильтр с искусственной гравийной обсыпкой тип «Рубашка».

Приложение В

Распространение гидродинамического потока химических реагентов от кавитационной установки

“ДВА КЕЙ”
Жауапкершілігі
шектеулі
серіктестік

Товарищество
с ограниченной
ответственностью
“ДВА КЕЙ”

Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, Бостандыкский район,
мкр. Архат, ул. Санаторий Алма Арасан, д. 8/2
Офис г. Алматы, ул. Тлендиева, 258 «В» т/факс +7 (727) 303 43 29 e-mail: info@2k.kz, web: www.2k.kz, БИН 031240001366

ОТЗЫВ
на магистерскую диссертацию на соискание академической степени магистра геологии

Әбдірахман Азата Талғатұлы
По специальности «7М07218 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»
(профильное направление)

На тему: «Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденновское»

Магистерская диссертация выполнена в объеме 89 страниц.

Месторождения гидрогенного типа Шу-Сарысуйской провинции, в составе которых месторождение Буденновское занимает одно из ведущих мест по запасам урана, являются «черным кладезем богатства» для Туркестанской области Южного Казахстана. Главным достоинством месторождений данной провинции, называемых также месторождениями песчаникового или «роллового типа» в силу морфологических особенностей рудных залежей и их формировани в песчаных отложениях, является высокоэкологичный и наименее затратный в горнодобывающем производстве, способ их отработки - метод подземного выщелачивания через систему скважин.

Широкомасштабные исследования, начатые в далекие 60-ые годы и не прекращающиеся до настоящего времени, позволили признать этот метод как наиболее прогрессивный для промышленной отработки месторождений гидрогенного типа, залегающих в проницаемых осадочных породах депрессионных зон земной коры, где вскрытие, подготовка рудных тел и добыча урана осуществляются через скважины.

Рудник ПВ представлен геотехнологическими полигонами скважин, работа которых во многом зависит от их безупречного строительства, содержания и работы. Весьма важную роль в процессе управления работой геотехнологических полей скважин на рудниках ПВ играют ремонтно-восстановительные работы в скважинах (РВР), благодаря которым восстанавливается производительность

технологических скважин, снизившаяся в результате кольматации фильтров и прифильтровой зоны пласта, а также для ликвидации песчаных пробок, уменьшения запесочивания скважин и др.

Учитывая тот факт, что рудные залежи формируются на границе зон пластового окисления в водонасыщенных песчаных горизонтах, состав которых меняется в пределах единого рудного поля по латерали и вертикали не один раз и зависят от вмещающих их пород, подстилающихся и перекрывающихся непроницаемыми прослоями глин и алевритов, вопрос своевременного проведения РВР в скважинах носит весьма актуальный характер.

В своей работе магистрант Әбдірахман Азата Талғатұлы довольно детально изучил поведение работы закачных и откачных скважин на примере опытного полигона на момент их строительства, на стадии закисления и выщелачивания; изучил основные причины, приводящие к необходимости проведения капитального ремонта в скважинах; риски, связанные с нарушением целостности колонны скважин и выхода их из строя во время проведения РВР специальными ремонтными установками; способы восстановления проницаемости пластов и производительности скважин в целом; а также технические средства проведения РВР, сформированными в в ТОО «Каратау» на разных этапах выхода скважин из строя.

Автором работы подсчитан экономический эффект от применения различного оборудования и вспомогательных устройств: для чистки скважин от песка установкой УОС; путем сокращения времени на спускоподъёмные операции и размыва песчано-глинистых отложений; для пневмоимпульсной обработки фильтров скважины с помощью пневмокамеры. По результатам опытных работ было рекомендовано применять метод «Комплекс-1», использующий пневмоимпульсную установку и передвижной гидросборник вместе. В заключительной части магистерской диссертации приведены результаты опытных работ, которые позволяют повысить экономический эффект работы скважин данным комплексом РВР.

Оценка работы

Работа, выполненная магистрантом Әбдірахман Азатом Талғатұлы, соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, и заслуживает оценки 95 баллов.

Научный руководитель
Консультант по вопросам геологии,
ТОО «ДВА КЕЙ»
к.н-м.наук

_____ Селезнева В.Ю.
(подпись)

«_27_» ___03_____ 2021 г.

ОТЗЫВ
на магистерскую диссертацию на соискание академической степени магистра геологии

Әбдірахман Азата Талғатұлы
По специальности «7М07218 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»
(профильное направление)

На тему: «Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденновское»

Магистерская диссертация выполнена в объеме 89 страниц.

Тема: «Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское»

Выполнено:

а) графическая часть на листах

б) пояснительная записка на 86 страницах, включает 26 иллюстраций и 15 таблиц.

Тема проекта привлекательна не только актуальностью, но и практикой для сегодняшнего дня, так как от эффективности внедрения современных методов РВР зависит не только получение достаточной прибыли, но и качество добычи урана на руднике Буденовское.

В работе детально показаны геологические особенности участка 2 месторождение Буденовское, основные причины выхода из строя технологических скважин, применяемые на руднике виды РВР (ремонтно-восстановительные работы) и новый метод ремонтно-восстановительных работ «Пневмо-продув».

Основная причина, в необходимости проведения ремонта скважин является полное или частичное зарастания фильтра продуктами кольматации. В связи с этим, автором работы был предложен новый метод обработки скважин «Пневмо-продув». В данном методе РВР задействовано следующее оборудование пневмоимпульсная установка и передвижной гидросборник.

Данный метод проведён на технологических скважинах и показал положительные результаты. При проведении данного вида РВР не теряется качество обработки скважин, то есть не уменьшается межремонтный цикл. Кроме описанного прямого экономического эффекта данный метод является более экологичным, по сравнению с другими методами РВР, это обусловлено тем, что при нем не применяется дизельное топливо, соответственно отсутствуют прямые выбросы CO_2 в атмосферу. И если даже гипотетически представить, что все оборудование для РВР переведут на электропривод, то и

в этом случае пневмо-прокачка окажется менее энергоемким и более экологичным, т.к. расходует значительно меньше энергии и не требует использования реагентов.

Оценка работы

Рецензент считает, что магистерская диссертация отвечает всем требованиям, выполнена на основании собственных материалов, накопленных в процессе работы на месторождении Буденовское, а ее автор заслуживает оценки отлично (95%) и присуждения ему академической степени магистра геологии по специальности 7М07218 «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Научный руководитель:
Заместитель начальника геологического отдела
рудника «Каратау» ТОО «Каратау»
_____ Н.А. Арынов
(подпись)

«_27_» ___03_____ 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

РЕЦЕНЗИЯ
на магистерскую диссертацию
Абдирахман Азата Талгатулы
Специальность 7М07218 -- «Геология и разведка
месторождений твердых полезных ископаемых»

Тема: «Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское»

Выполнено:

а) графическая часть на листах

б) пояснительная записка на 89 страницах, включает 29 иллюстраций и 15 таблиц.

Тема проекта привлекательна не только актуальностью, но и практикой для сегодняшнего дня, так как от эффективности внедрения современных методов РВР зависит не только получение достаточной прибыли, но и качество добычи урана на руднике Буденовское.

В работе детально показаны геологические особенности участка 2 месторождение Буденовское, основные причины выхода из строя технологических скважин, применяемые на руднике виды РВР (ремонтно-восстановительные работы) и новый метод ремонтно-восстановительных работ «Пневмо-продув».

Основная причина, в необходимости проведения ремонта скважин является полное или частичное зарастания фильтра продуктами кольматации. В связи с этим, автором работы был предложен новый метод обработки скважин «Пневмо-продув». В данном методе РВР задействовано следующее оборудование пневмоимпульсная установка и передвижной гидросборник.

Данный метод проведён на технологических скважинах и показал положительные результаты. При проведении данного вида РВР не теряется качество обработки скважин, то есть не уменьшается межремонтный цикл. Кроме описанного прямого экономического эффекта данный метод является более экологичным, по сравнению с другими методами РВР, это обусловлено тем, что при нем не применяется дизельное топливо, соответственно отсутствуют прямые выбросы CO_2 в атмосферу. И если даже гипотетически представить, что все оборудование для РВР переведут на электропривод, то и в этом случае пневмо-прокачка окажется менее энергоемким и более экологичным, т.к. расходует значительно меньше энергии и не требует использования реагентов.

Оценка работы

Рецензент считает, что магистерская диссертация отвечает всем требованиям, выполнена на основании собственных материалов, накопленных в процессе работы на месторождении Буденовское, а ее автор заслуживает оценки отлично и присуждения ему академической степени магистра геологии по специальности 7М07218 «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Рецензент
Старший научный сотрудник
«Института геологических наук
им. К.И.Сатпаева» PhD доктор Р.Т. Баратов

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Әбдірахман Азат Талғатұлы

Название Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское.doc

Координатор: Селезнева Виктория Юрьевна

Коэффициент подобия: 7.2

Коэффициент подобия: 3.1

Замена букв:9259

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

☑ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование: Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с эти, признано работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией

_____27.03.2021_____ _____

Дата Подпись научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Әбдірахман Азат Талғатұлы

Название Геологические особенности участка Каратау и применение новых методов для совершенствования РВР в условиях месторождения Буденовское.doc

Координатор: Селезнева Виктория Юрьевна

Коэффициент подобия: 7.2

Коэффициент подобия: 3.1

Замена букв:9259

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

☑ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

……

Диссертация составлена самостоятельно, признаков плагиата не обнаружено

……

……

……

……

29.03.2021 _____ _____

Дата Подпись
научного руководителя

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

……

Диссертация допущена к защите

……

……

……

……

……

……

29.03.2021 _____ _____

Дата Подпись
научного руководителя
начальника структурного подразделения

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Әбдірахман Азат Талғатұлы

Магистранта, обучающегося по образовательной программе «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», кафедры Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых, Института Геологии и Нефтегазового дела им. К.Турысова Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И. Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Значимость контроля качества гамма-каротажа при подсчете запасов урановых месторождений (на примере месторождения Буденовское Шу-Сарысуйской провинции)	Статья	Научно-технический и производственный Горный журнал Казахстана №1 2021 Секция: «Геофизика»	5 страниц	Научный руководитель - Селезнева В.Ю., к.г.м.н., ведущий геолог ТОО «Два Кей», эксперт ТОО «КАТКО», профессор кафедры ГСПиРМПИ Satbayev University

«27» марта 2021 года

Автор **Әбдірахман А.Т.**

Заверяю:
Директор ИГНГД **Рысбеков К.Б.**

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ **Бекботаева А.**