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

ОТЗЫВ

научного руководителя

на магистерскую диссертацию Исмагулова Шахизат Булатбековича

Специальность <u>«6М070600 – Геология и разведка урановых месторождений полезных</u> ископаемых/ Геохимия»

Тема: «Геологическая характеристика месторождения Ирколь и особенности химической обработки фильтров и прифильтровых зон в геотехнологических скважинах на месторождении в зависимости от геологической обстановки»

Магистерская работа Исмагулова Шахизат Булатбековича актуальна и имеет большое практическое значение и связана с отработкой урановых руд месторождения, которая зависит от комплекса проведенных мероприятий в технологических скважинах.

Практика эксплуатации месторождений урана, отрабатываемых способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) показывает, что кольматационные процессы неизбежны и скорость их зависит от многочисленных факторов, в первую очередь:

- минерального состава и геологического строения рудного тела,
- режима эксплуатации блока,
- особенностей обработки фильтров и прифильтровых зон в геотехнологических скважинах, способа и сроков освоения скважин после установки фильтра, гидрохимического состава подземных вод,
 - типа раствороподъема,
 - типа реагента, применяемого для выщелачивания.

Автор работы Исмагулов Шахизат Булатбекович внес личный вклад в разработку данной проблемы. На основе изучения геологических данных месторождения Ирколь был выработан комплекс мер по борьбе с кольматацией. Предложенная установка скважин (УОС-4) позволила увеличить проницаемость закольматированных продуктивных горизонтов и повысить производительность работы в 2 раза. Кроме того, приготовленный раствор с БФА в прифильтровую зону может подаваться без лишних потерь декольматационного раствора. Помимо этого установка позволила экономить время на проведение РВР.

Автором опубликованы 1 научная статьия. Магистерская работа Исмагулова Шахизат Булатбековича базируется на результатах собственных исследований автора, полученных при непосредственном его участии на месторождении Ирколь, стилистически грамотна и может быть рекомендована к защите по специальности 6М070600 — Геология и разведка месторождений полезных ископаемых с отличной оценкой (94%).

Научный руководитель ассоциированный профессор, канд. геол.-мин. наук «10» декабрие 2019 г.

Дюсембаева К.Ш.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию Исмагулова Шахизат Булатбековича

Специальность <u>«6М070600 – Геология и разведка урановых месторождений полезных ископаемых/ Геохимия»</u>

Тема: «Геологическая характеристика месторождения Ирколь и особенности химической обработки фильтров и прифильтровых зон в геотехнологических скважинах на месторождении в зависимости от геологической обстановки»

Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
- б) пояснительная записка на 60 страницах, включает 9 таблиц.

Магистерская диссертация выполнена на актуальную тему, поскольку процесс добычи урана способом ПСВ имеет свои характерные особенности, преимущества и недостатки в сравнении с другими способами и как следствие, характерные проблемы. Месторождение Ирколь второе месторождение урана, подготовленное для освоения ПСВ в Карамурунском рудном районе, входящем в Сырдарьинскую урановорудную провинцию. Месторождение является частью уникального по запасам Карамурунского рудного района. Одной из основных причин падения производственных показателей технологических скважин является снижение фильтрационных возможностей продуктивного горизонта, из-за образования кольматации, за счет осаждения веществ растворенных в технологических растворах, или механического перемещения частиц рудовмещающего горизонта. В связи с этим автором работы был предложен новый метод обработки скажин с помощью установки освоения скважин (УОС-4), использование которого увеличивает проницаемость закольматированных продуктивных горизонтов и способствует значительному подъему производительности работ. При решении проблемы с кольматацией скважин была доработана установка осветления скважин. Это позволило более продуктивно использовать возможности химической обработки (БФА), а так же снизить труд и время затраты для ремонтно-восстановительных работ и существенно увеличить межремонтный цикл. В работе подсчитана экономическая эффективность и технологические приемущества, в отличие от традиционных методов обработки геотехнологических скважин.

Оценка работы

Рецензент считает, что магистерская диссертация Исмагулова Шахизат Булатбековича отвечает всем требованиям, выполнена на основании собственных материалов, накопленных в процессе работы на месторождении Ирколь а ее автор заслуживает оценки отлично (95%) и присуждения ему академической степени магистра техники и технологии по специальности 6М070600 — Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

Рецензент

Научный сотрудник ТОО «Института геологических

наук им. К.И. Сатпаева», PhD доктор

(должность, уч. степень, звание)

Тогизов К.С

(подпись)

2019 г.

Ф КазНИТУ 706-52-08. Рецензия

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился (-ась) с полным отче Системой выявления и предотвращения плагиата в от	ношении работы:	оыл стенерирова
Автор: Исмагулов Шахизат Булатбекович		
Название: Дисс.маг.правdoc		
Координатор:Куляш Дюсембаева	•	
Коэффициент подобия 1:7,9		
Коэффициент подобия 2:4,4		
Тревога:5		
После анализа Отчета подобия констатирую следу	ющее:	
обнаруженные в работе заимствования яв признаками плагиата. В связи с чем, признащите;	ляются добросовестным наю работу самостоятелы	и и не обладак ной и допускаю ее
□ обнаруженные в работе заимствования не обла, количество вызывает сомнения в отно отсутствием самостоятельности ее автора. отредактирована с целью ограничения заим	дают признаками плагиат щении ценности работ. В связи с чем, работа иствований;	а, но их чрезмерно ы по существу должна быть внов
□ обнаруженные в работе заимствования я признаками плагиата, или в ней содет указывающие на попытки сокрытия недобр допускаю работу к защите.	вляются недобросовестрожатся преднамеренные осовестных заимствовани	ными и обладак искажения текст й. В связи с чем, н
Обоснование:		
	Dent	
Дата ОД 12. 2019	Подпись Научного руков	
		j

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: Исмагулов Шахизат Булат	бекович-		
Название : Дисс.маг.правdoc		*	
Координатор: Куляш Дюсембаева	ı		
Коэффициент подобия 1:7,9			
Коэффициент подобия 2:4,4			
Тревога:5			
После анализа отчета подобия за подразделения констатирует сл		й / начальник с	труктурного
обнаруженные в работе заимств плагиата. В связи с чем, работа пр □ обнаруженные в работе заимств количество вызывает сомнения в с самостоятельности ее автора. В св ограничения заимствований; □ обнаруженные в работе заимств плагиата, или в ней содержатся пр сокрытия недобросовестных заимствования заимствования недобросовестных заимствования плагиата.	ризнается самостояте, вования не обладают вотношении ценности вязи с чем, работа доле вования являются недреднамеренные искаж	льной и допускаю признаками плаг работы по сущестжна быть вновь добросовестными текста, указ	ется к защите; иата, но их чрезмерное етву и отсутствием отредактирована с целью и обладают признаками вывающие на попытки
Обоснование:			
Дата <i>О.Э. 12. 2019</i>		Тодпись заведуют пуктурного подра	цего кафедрой / ПРыЯШ изделения
Окончательное решение в отно	шении допуска к за	щите, включая	обоснование:

Dongomme k fleigher e

Leve	John Marie Committee Commi
Дата од 12.2019	Подпись заведующего кафедрой / ПЛивенТ
н	ачальника структурного подразделения

Список научных трудов

Исмагулова Шахизата Булатбековича

	Eq.		Сведения о работе		
2	Наименование работ	Вид	Издательство, год издания	Объем,	Соавторы
	•	работы:		стр.	
		статья,			
		доклад			
	1.	2.	3.	4.	5.
1.	Особенности		Труды	4	А.А.Бекботаева
	химической обработки	Статья	Сатпаевских чтений		
	фильтров и		Инновационные технологии – ключ к		
	прифильтровых зон в		успешному решению		
	геотехнологических		Фундаментальных и прикладных задач в		
	скважинах на		рудном и нефтегазовом		
	месторождение		Секторах экономики РК		
	«Ирколь»		Tom I		
	1		Алматы, 2019г, 202-205стр.		

MAGGER AT TYPICOB AT THAT I TOUGHT WAS CONTROLLED TO THE TAY HE TAY HE TAY HE Директор Института геологии, нефти И горного дела им.К.Турысова

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

ICI MHCTMTYTЫ

к.г.-м.н., ассоц.профессор Научный руководитель

Автор работ

Сыздыков А.Х.

Бекботаева А.А.

Дюсембаева К.Ш.

Исмагулов Ш.Б.

ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР - ҚР ЭКОНОМИКАСЫНЫҢ КЕН-БАЙЫТУ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ СЕКТОРЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ МІСЕЛЕРІН ТАБЫСТЫ ШЕШУДІҢ КІЛТІ

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕНБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КЛЮЧ К УСПЕШНОМУ РЕШЕНИЮ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В РУДНОМ И НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ РК

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

INNOVATIVE TECHNOLOGIES ARE THE KEY TO SUCCESSFUL SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS IN THE ORE AND OIL AND GAS SECTORS OF THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

I volume

УДК 001 (063) ББК 72 И 66

Оргкомитет:	
-------------	--

Кенжалиев Б.К – Проректор по науке, председатель;

Жолтаев Г.Ж. – Директор ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», заместитель председателя;

Сыздыков А.Х. – Директор Института геологии и нефтегазового дела, заместитель председателя;

Бекботаева А.А. — Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», ответственный исполнитель;

Нусупова А.Б. – Ученый секретарь ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **ответственный исполнитель**;

Туйебахова З.К – Директор Института химических и биологических технологий;

Саренова А.С. – Директор Института базового образования;

Умаров Т.Ф. – Директор Института информационных и телекоммуникационных технологий;

Омарбеков Б.О. – Директор Института промышленной инженерии;

Салыкова Л.Н. – Директор Института управления проектами;

Узбаева Б.Ж. – Директор Научной библиотеки;

Сеитжанов III. – Председатель Совета молодых ученых ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»;

Нигматова С.А. – Руководитель лаборатории ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»:

Окашева Ш.К. – Руководитель Центра исторического наследия Департамент по студентским вопросам;

Машрапова М.А.
 Руководитель группы ГИС-технологии
 ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»,
 секретарь конференции;

Баудагулова Г.Т. – Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, **секретарь конференции**;

«Инновационные технологии — ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтении.

И66 — Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2019. — 1486 с. ISBN 978-601-323-145-7

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в развитии стран, в том числе таких ключевых сфер как инженерия, строительство, высокие технологии, машиностроение и образование.

УДК 001 (063) ББК 72 И 66

ISBN 978-601-323-145-7

© Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Технологические блока на месторождении «Семизбай» при кислотности 10 г/л не работают. Все акцессорные минералы при активном выщелачивании уже выщелачены, поэтому подаваемая кислота «частично» выщелачивает уран и свободная кислота выходит с ПР более 3,5 г/л.

Выводы. В ходе эксперимента при применении пероксида водорода на руднике «Семизбай» было доказана его эффективность в придельных концентрациях 0,33л/м3, что позволяло эффективно поднимать значения. ОВП и количество железа (+3) валентного в выщелачивавших растворах без излишнего расхода пероксида водорода. А так же применения пероксида водорода существенно повлияла на концентрации полезного компонента в продуктивных растворах, что способствовало к уменьшению удельных норм на выщелачивание.

Литературы:

- 1. Инструкция (методические указания) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». Алматы, 2006.
- 2. Аубакиров Х. Б. О причинах возникновения проблем при отработке уранового месторождения Семизбай. Геология и охрана недр. -№ 2(63). 2017.
- 3. Инструкция по подземному скважинному вы-щелачиванию урана (методические рекомендации). Алматы, 2006.
- 4. Мамилов В.А. Петров Р.П. Добыча урана методом подземного выщелачивания. М.-Атомиздат.- 1980.
 - 5. Носков М.Д. Добыча урана методом подземного выщелачивания. Северск, 2010.

Р.К. Жанденов

«Семізбай» кенішінде қосымша химиялық реагентті (H₂O₂) қолдану

Андатпа. Мақала "Семізбай" кенішінде сутек пероксидін қолдану әдісін қамтиды. Сутек пероксиді технологиялық блоктарда өндіруді қарқындату үшін тамаша қосымша реагент болып табылады.

Түйін сөздер: сутек пероксиді, жерасты шаймалау ұңғылары.

R.K. Zhandenov

The use of additional chemical reagent (H2O2) at the mine "Semizbay"

Summary. The article contains a method of applying hydrogen peroxide at the Semizbay mine. Hydrogen peroxide is an excellent additional reagent for intensifying production at process units.

Keywords: hydrogen peroxide, in-situ leaching.

УДК 553.3/.4-23

Ш.Б. Исмагулов

Научный руководитель — А.А.Бекботаева, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ, ассоциированный профессор, доктор PhD Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан Shahi_ismagulov@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТИ ФИЛЬТРОВ И ПРИФИЛЬТОВЫХ ЗОН В ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИНАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ИРКОЛЬ»

Аннотация. Статья содержит новый метод применения бифторида аммония службы *PBP* на руднике Ирколь. Данный метод значительно увеличивает межремонтный цикл и снижает себестоимость и улучает условия труда службы *PBP*.

Ключевые слова: бифторит аммония, межремонтный цикл.

Ерназарова Д.Т., Мендыгалиев А.А., Аршамов Я.К. Выбор оптимального метода подсчета вскрытых запасов урана для их многоэтажной отработки	194
способом подземного скважинного выщелачивания на примере участка «Центральный» месторождения Мынкудук	
Жанденов Р.К., Мустапаева С.Н.	
Применение дополнительного химического реагента (H2O2) на руднике «Семизбай» Исмагулов Ш.Б., Бекботаева А.А.	199
Особенности химической обработи фильтров и прифильтовых зон в геотехнологических скважинах	
на месторождение «Ирколь»	202
Касымбеков А.Д., Бекботаева А.А.	
Особенности геологического и гидрогеологического строения Участка 4 месторождения	
Буденновское	205
Мунылықов А.Р., Оралбаев А.Е.	
Модификация – өмір талабы	209
Мухашев А.Б., Ибраев К.О., Аршамов Я.К.	
Геолого-структурные особенности формирования золотоносных кор выветривания на	
месторождениях Жананского рудного поля (Восточный Казахстан)	212
Тагбергенов А.Ж., Байбатша А.Б.	
Перспективность полиметаллического месторождения Дюсембай для попутного извлечения редких	
Земель	216
Тулеуов Н.К., Селезнева В.Ю.	
Геолого-технологические особенности руд участка «Западный Мынкудук» и их влияние на добычу урана	222
Туменбаева М.С., Лось В.Л.	222
Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай».	225
Тунгышбаев Т.К., Бекботаева А.А.	225
Применение химического комплекса реагентов многофункционального назначения для увеличения	
межремонтного цикла геотехнологических скважин в условиях месторождения «Ирколь»	229
Тутебаев Р.К., Байсалова А.О.	
Проведения ремонтно-восстановительных работ по восстановлению дебита технологических	
скважин способом гидросвабирования рудника «Центральный Мынкудук»	232
Шайыахмет Т.К., Байбатша А.Б.	
Некоторые особенности геологического строения золоторудного месторождения Бескемпир	236
Юсуфи А., Бекботаева А.А. Muszynki A.	
Петрография ультрабазитов Логарского района Афганистана	241
Ashirov Zh. Zh., Mataeva G.G.	
Gold resources of East Kazakhstan region	244
Pugach Andriy M., Dereviahina Nataliia I.	
Study of dynamics of deformations of foundation base in conditions of technogenic stage-by-stage	
underflooding of a loess massif	249
Covering a Hacken correction	
Секция «Нефтегазовая, инженерная геология и гидрогеология»	
Абдрасил Г.С., Ким Д.В.	
Исследование и оценка степени загрязнения подземных вод после полного затопления рудника	
Миргалимсай и возникновение опасных геологических процессов	254
Асқар А.Е.	
Геохимическая характеристика материнских пород нижнего карбона в Кокпансорском прогибе	258
Элиасқар И.С.	
Питолого-стратиграфическая характеристика и нефтегазоносность Северо-Устюртско-Аральского	5
осадочного бассейна	261
Бостан А.Қ.	
Подбарханные линзы пресных подземных вод пустыни и способы их эксплуатации	265
Емберген Д.Е., Досхожаев А.С., Садыкова А.К.	
Изучение подземных вод Каратальского р-на Алматинской области с целью комплексного	
проектирования систем водоснабжения в селе Кальпе	269
Кукова Т.В., Ибраимов В.М., Султанмуратов Р.С.	
Особенности разведки эксплуатационных запасов трещинных подземных вод для технического	
водоснабжения Верхне-Андасайского золоторудного месторождения	274
Ким Д.В., Абдрасил Г.С. Особенности строения и гидрохимическая зональность горняшкого месторождения подземных вол	
от этим и гидосния и гидоская зональность горнянкого месторожления полземных вол	278

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

Исмагулов Шахизат Булатбекович

Геологическая характеристика месторождения Ирколь и особенности химической обработки фильтров и прифильтровых зон в геотехнологических скважинах на месторождении в зависимости от геологической обстановки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 6M070600 – Геология и разведка урановых месторождений / геохимия

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

УДК 553.43: 553.536 (574) (043)

На правах рукописи

Исмагулов Шахизат Булатбекович МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации - «Геологическая характеристика месторождения Ирколь и особенности химической обработки фильтров и при фильтровых зон в геотехнологических скважинах на месторождении в зависимости от геологической обстановки»

Направление подготовки - 6М070600 «Геология и разведка урановых месторождений/геохимия»

Рецензент

Научный сотрудник

ТОО «Институт геологических наук

им. К.И.Сатпаеважи

PhD доктор

K. Oh of KA FOFUSOR K.C.

Нормоконтролер, в в

канд. геод.-минерал.наук, ст.препод. Асубаева С.К.

«10» 12 2019

Алматы 2019

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ Зав. кафедрой ГСПиР МПИ

доктор PhD, ассоц.профессор В А.А. Бекботаева

итторы 12 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

6М070600 - Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ГСПиР МПИ доктор PhD, ассоц.профессор

Паножимо в Бекботаева общения в 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Исмагулову Шахизат Булатбековичу

Тема «Геологическая характеристика месторождения Ирколь и особенности химической обработки фильтров и прифильтровых зон в геотехнологических скважинах на месторождении в зависимости от геологической обстановки»

Утвержденный приказом по университету №1700-М от «14» февраля 2019 г.

Срок сдачи законченной работы «04» декабря 2019 г.

Исходные данные к магистерской диссертации — текстовые и графические материалы производственной и исследовательской практики

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации:

- 1. Построение математической модели;
- 2. Выбор оптимальной схемы вскрытия и отработки урановых залежей, сравнение отработанных блоков и их оптимизация с помощью 3D моделирования;
 - 3. вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда
 - 4. расчёт экономической эффективности разработки

Приложения:

Перечень графического материала

- 1. Обзорная схема месторождения «Ирколь»
- 2. Геологическая карта месторождения Ирколь
- 3. Геологическое строение месторождения

Рекомендуемая основная литература:

- 1) Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на рудниках Казахстана. Алматы, 2001
- 2) Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: учеб. пособие / В.Г. Язиков, ТПУ, 2014.

ГРАФИК подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю и консультантам	Примечание
Введение	30.05.2019	
Общие сведения об объекте	31.06.2019	
Геологическая строение		
месторождения	20.07.2019	
Экспериментальная часть	20.08.2019	
Заключение	10.09.2019	

Подписи

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

Наименование раздела	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Введение	ICHA II	09.12.20192	21
Общие сведения об объекте	К.Ш. Дюсембаева	09.12.20192	
Геологическая строение месторождения	Кандидат геолмин. наук,	09,12.20192	
Экспериментальная часть	ассоциированный	09. 12.20192	
Заключение	профессор	09.12.20192	per
Нормо контролер	С.К.Асубаева канд.		00-
	геолминерал.наук,	09.12.20192	CHON
	лектор		1111

	лектор	
Научный руководительЗадание принял к исполненин	0 Mush	_ К.Ш. Дюсембаева _ Ш.Б.Исмагулов

Дата	«	>>	2019г

АННОТАЦИЯ

В данной работе изучены геологические особенности месторождения Ирколь, которые оказывают влияние на отработку урановых руд. Основной проблемой при добычи урана являться кольматация, что непосредственно влияет на производительность геотехнологических скважин. В связи с этим методы по регенерации геотехнологических скважин и продуктивных горизонтов являются первоочередной задачей производства, для обеспечения бесперерывной и эффективной добычи.

Кольматация – процесс естественного или искусственного внесения мелких частиц в поры и трещины горных пород и фильтров технологических скважин, а также осаждение в них химических веществ, способствующих уменьшению проницаемости. В связи с этим был предложен новый метод обработки скажин с помощью установки освоения скважин (УОС-4), использование которого увеличивает проницаемость закольматированных значительному продуктивных горизонтов И способствует В производительности работ. работе подсчитана экономическая эффективность технологические приемушества, отличие OT традиционных методов обработки геотехнологических скважин.

АҢДАТПА

Бұл жұмыста Иіркөл кен орнының геологиялық сипаттамасы және геотехнологиялық жұмыстың ерекшеліктері бойынша матриалдарға тән. Уранды өндіру кезіндегі негізгі кедергі кольматация болып табылады, бұл геотехнологиялық ұңғымалардың өнімділігіне тікелей әсер етеді. Осыған байланысты геотехнологиялық ұңғымаларды және өнімді горизонттарды регенерациялау әдістері үздіксіз және тиімді өндіруді қамтамасыз ету үшін өндірістің бірінші кезектегі міндеті болып табылады.

Кольматация-тау жыныстары мен технологиялық ұңғымалардың сүзгілерінің жарықтарына ұсақ бөлшектерді табиғи немесе жасанды түрде енгізу процесі, сондай-ақ олардың өткізгіштігін азайтуға ықпал ететін химиялық заттарды тұндыру процесі, сондықтан ұңғымаларды игеру (УОС-4) арқылы скажиналарды өңдеудің жаңа әдісін қолдану ұсынылды. Бұл өз кезегінде жөндеу аралық циклға және ұңғымалардың өнімділігін бірнеше рет арттырды. Жұмыста геотехнологиялық Ұңғымаларды өңдеудің дәстүрлі әдістерінен экономикалық және технологиялық артықшылықтары ұсынылған.

ANNOTATION

In this paper, there are matirials on the geological characteristics of the field Irkol and features of geotechnological work. The main problem in uranium mining is colmatation, which directly affects the performance of geotechnological wells. In this regard, methods for the regeneration of geotechnical wells and productive horizons are the primary task of production, to ensure continuous and efficient production.

Colmatation is the process of natural or artificial introduction of small particles into the pores and cracks of rocks and filters of technological wells, as well as the deposition of chemicals in them, which helps to reduce permeability, so it was proposed to use a new method of treatment of cracks with the help of the well development unit(UOS-4). That, in turn, has repeatedly increased the time between the repair cycle and the productivity of wells. The paper presents the economic and technological advantages of traditional methods of processing geotechnological wells.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Краткая общая характеристика объекта работ	11
1.1 Геологическая характеристика района и изученность объекта	11
1.2 Геофизическая изученность объекта	13
1.3 Экономическая характеристика района	14
2 Геологическая характеристика месторождения	16
2.1 Геологические особенности	16
2.2 Структурные особенности	20
2.3 Гидрогеологические и гидрогеохимические особенности	21
3 Урановое оруденение и геотехнологические свойства руд	27
3.1 Характеристика уранового оруденения и вещественный состав руд	27
3.2 Геотехнологические свойства руд.	28
4 Геотехнология добычи урана	30
4.1 Эксплуатационные работы	30
4.2 Основные геотехнологические параметры	35
5 Специальная часть. Оптимизация добычи урана месторождения Ирколь	38
Заключение	54
Перечень принятых сокращений, терминов	56
Список использованной литературы	57
Приложения	58

ВВЕДЕНИЕ

По объему добычи урана Республика Казахстан занимает первое место в мире. Месторождение Ирколь второе месторождение урана, подготовленное для освоения ПСВ в Карамурунском рудном районе, входящем в Сырдарьинскую урановорудную провинцию. Месторождение является частью уникального по запасам Карамурунского рудного района.

Процесс добычи урана способом ПСВ имеет свои характерные особенности, преимущества и недостатки в сравнении с другими способами и как следствие, характерные проблемы. Практически с первых лет отработки месторождения, выявлена очень серьезная зависимость эффективности работы добычного комплекса рудника ПСВ от состояния технологических скважин. Эксплуатация технологических скважин в условиях месторождения Ирколь сопряжена с необходимостью проведения ремонтновосстановительных работ фильтров скважин на больших глубинах (до 600 метров).

В данной работе описываются предлагаемые пути решения актуальных проблем ведения оптимального процесса добычи природного урана способом ПСВ.

Диссертационная работа выполнена на основании собственных материалов, накопленных в процессе работы на месторождении Ирколь.

Цель – изучение геологических особенностей месторождения Ирколь и внедрение опытно-промышленных работ, направленных на интенсификацию добычи геотехнологических блоков, с применением установки по освоению скважин (УОС-4), с помощью которой увеличивается проницаемость закольматированных продуктивных горизонтов. Установление эффективности применения обработки скважин в условиях сернокислотного подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана. Определение повышения производственных показателей на межремонтный цикл и уменьшения сроков отработки технологических блоков, которая будет способствовать снижению себестоимости готового продукта (ГП).

Задачи:

- Изучить геологические обстановки на месторождении.
- Выявить способы решения борьбы с кольматацией.
- Определить конкретные мероприятия по решению вопросов кольматации фильтровых зон.

Предмет исследования: Геотехнологические блоки и улучшения показателей для ремонтно-востановительных работ

Научная новизна: Основной задачей предприятия занимающегося добычей урана методом подземного скважинного выщелачивания является поиск и изучение новых методов регенерации скважин для повышения эффективности добычи. С этой целью автором работы было предложено установить насос УОС-4, использование которого позволило увеличить производительность работы вдвое, приготовленный раствор с БФА в

прифильтровую зону подавать без лишних потерь дикальматационного раствора и сократить время на проведение PBP.

Актуальность: На месторождении преимущественно развиты бедные и рядовые руды. Однако данные месторождения уникальны тем, что при рядовых содержаний урана они пригодны для отработки методом подземного скважинного выщелачивания.

Одной из основных причин падения производственных показателей технологических скважин является снижения фильтрационных возможностей продуктивного горизонта, из-за образования кольматации, за счет осаждения веществ растворенных в технологических растворах, или механического перемещения частиц рудовмещающего горизонта. При решении проблемы с кольматацией скважин была доработана установка осветления скважин. Это позволило более продуктивно использовать возможности химической обработки (БФА), а так же снизить труд и время затраты для ремонтновосстановительных работ и существенно увеличить межремонтный цикл.

1 КРАТКАЯ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РАБОТ

1.1 Геологическая характеристика района и изученность объекта

Месторождение Ирколь расположено на территории Шиелийского района Кызылординской области Республики Казахстан (рисунок 1.).

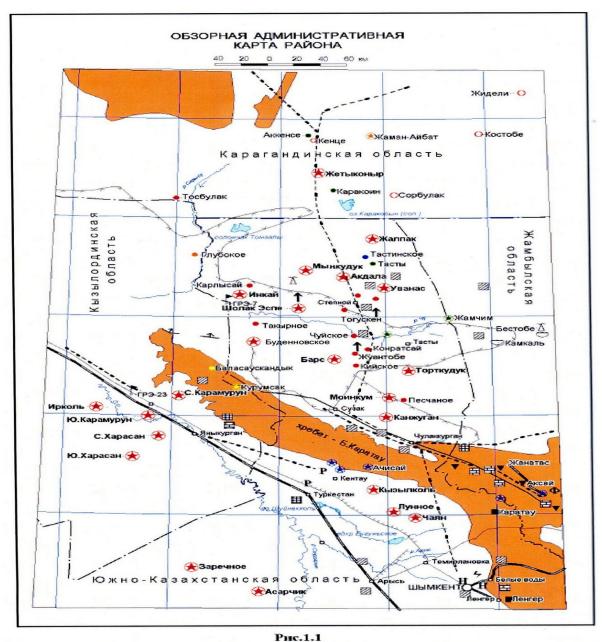


Рисунок 1 - Обзорная карта района работ.

В геологическом отношении месторождение расположено в центральной части Шиелийской депрессии Сырдарьинской урановорудной провинции в северо-западной части Карамурунского рудного поля на площади листа I-42-XXXI масштаба 1:200000. [3]

Впервые рудные проявления на площади месторождения были установлены в процессе поисковых работ в 1971 году. В дальнейшем, в связи

с открытием месторождения Сев. Карамурун, представлявшегося в тот период более перспективным, работы в районе месторождения Ирколь были приостановлены и возобновлены в 1975-1977 г.г. [4]

Оценка, выполненная бурением в северной, центральной и южной частях рудоносной полосы, установила крупные масштабы уранового оруденения, локализованного в отложениях коньякского яруса верхнего мела на глубинах 250÷750 м. Суммарная протяженность продуктивных зон составила около 20 км. В 1977 г. на объекте была начата предварительная разведка. Детальная разведка месторождения Ирколь проводилась в 1982-1985 г.г. и сопровождалась опытными работами сернокислотного ПВ. При этом были подтверждены крупные запасы металла, установлена практически геотехнологических моноэлементность И близость условий руд месторождения условиям промышленностью К уже освоенного месторождения Северный Карамурун.

Подсчёт запасов на месторождении Ирколь выполнен экспедицией 23 ПГО «Краснохолмскгеология» в 1986 г.

Запасы месторождения утверждены протоколом ГКЗ СССР № 10142 от $11.03.1987~\Gamma$.

Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых Республики Казахстан (Экспертное заключение № 200 от 04.01.2005 г.) подтвердила, что запасы месторождения Ирколь утверждены ГКЗ СССР (протокол № 10142 от 11.03.1987 г.) и числятся на Государственном балансе по состоянию на 01.01.2004 г. по состоянию на 01.01.2004 г. в количестве 29541 т.[5]

Месторождение Ирколь расположено в Карамурунском рудном районе Сырдарьинской ураново-рудной провинции и контролируется передовым фронтом субмеридиональной зоны пластового окисления (ЗПО), развитой в проницаемых отложениях верхнего турона, коньяка и нижней части сантонского яруса верхнего мела (рисунок 2). Основная часть уранового оруденения (около 80 %) сосредоточена высокопроницаемых грубообломочных образованиях коньякского горизонта, в которомпроисходит полное выклинивание многослойной ЗПО. Вторым по значению является верхнетуронский рудоносный горизонт (10 %). В сантонском и кампанском горизонтах локализовано по 5 % разведанных запасов.

На месторождении выявлено и разведано пять продуктивных залежей. По физико-географическим условиям, степени разведанности и запасам урановых руд площадь месторождения делится рекой Сырдарья на три неравнозначные части:

- на северную правобережную, где расположены все балансовые запасы урана категории В и С1 и 6,4 % запасов категории С2;
- южную левобережную часть, где сосредоточены запасы урановых руд, разведанные только до категории C2, в объёме около 36 % от общей оценки запасов месторождения;

• промежуточную центральную часть, расположенную по обоим берегам, где локализованы руды, разведанные также до категории С2, часть которых (около 25 % от общей оценки) расположена непосредственно под рекой. По совокупности природных факторов месторождение относится к 2-й группе по классификации ГКЗ.

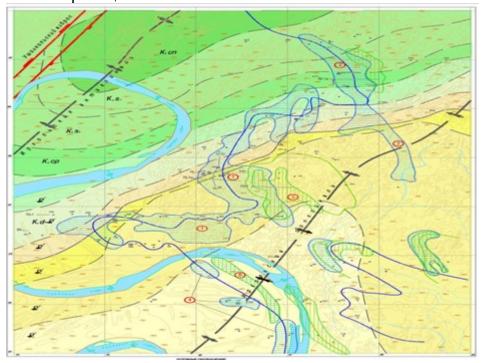


Рисунок 2 - Геолого-структурная карта

1.2 Геофизическая изученность объекта

Общей задачей геофизических работ при разведке месторождения Ирколь являлось проведение комплекса геофизических исследований в скважинах. Интерпретация материалов ГИС для получения необходимой информации о качестве и количестве уранового оруденения, литологическом составе геологического разреза, фильтрационных свойствах рудовмещающих отложении и руд, поведении уранового оруденения в условиях его опытной отработки сернокислыми растворами и техническом состояния скважин.

Максимальное использование геофизических методов в условиях месторождения Ирколь позволило существенно снизить объёмы кернового бурения и добиться получения достоверных качественных и геотехнологических характеристик руд в условиях низкого выхода керна.

Геофизическая служба организационно входила в состав полевой геологоразведочной экспедиции №23, выполняющей работы в Карамурунском рудном районе и включала в себя 2-3 каротажных отряда.

Все каротажные станции оснащались необходимыми приборами оборудованием, позволяющим за один выезд на скважину выполнять весь комплекс методов ГИС при круглосуточной работе каротажных отрядов.

Все стадии подготовки и проведения опытных работ по подземному выщелачиванию урана сопровождались геофизическими исследованиями в скважинах (ГИС). На каждом этапе они решали конкретные задачи, которые можно кратко сформулировать следующим образом:

- определение подсчётных параметров (мощности рудных интервалов и содержания в них урана), литологическое расчленение разреза и изучение фильтрационных (по степени глинистости) свойств руд и вмещающих пород, определение пространственного положения стволов буровых скважин (азимута и угла отклонения);

-определение контура закисления опытного участка в плане и интервалов закисления в разрезе;

-изучение динамики выщелачивания урана из рудоносных пород и определение коэффициента извлечения металла из недра;

-наблюдение за техническим состоянием скважин.[15]

Решение первой осуществлялось бурения задачи на стадии геологоразведочных скважин (для выбора участка ПВ), при оборудовании технологических и наблюдательных скважин и на скважинах контрольного бурения проведением традиционного геофизического комплекса изучения гидрогенных месторождении: гамма- и стандартного электрокаротажа инклинометрии И частично кавернометрии. дополнительного метода широко использовался метод прямого определения урана в естественном залегании (КНД-М), который выполнен во всех технологических и наблюдательных (с учетом перебуренных) скважинах опытного участка.

Вторая из решаемых задач предусматривала использование индукционного каротажа для проведения режимных наблюдении в специально обсаженной для этого колонной труб из полиэтилена в скважине, а также высокоточной термометрии. Указанные методы проводились на стадиях закисления и обработки урановых руд способом ПВ.

Изучения динамики выщелачивания урана и определение коэффициента извлечения металла базировалось на данных КНД-М, который проводилась в специальных скважинах режимных наблюдении, а также при контрольном бурении.

Для реализации последней задачи, при оборудовании технологических и наблюдательных скважин использовался токовый каротаж, термометрия и резистивиметрия, а входе проведения опыта разнообразный комплекс методов ГИС, учитывающий материал обсадки, глубины скважин и степень нарушения обсадных колонн (токовый каротаж, высокоточная термометрия, резистивиметрия, сравнительная измерения с неполяризующимся электродом, гамма-каротаж).

1.3 Экономическая характеристика района

С экономической точки зрения район работ представляется весьма перспективным. Имеющаяся минерально-сырьевая база Сырдарьинской урановорудной провинции позволила создать здесь ряд добычных предприятий — ТОО «Рудоуправление-6», ТОО «СП «Заречное», ТОО «Кызылкум», ТОО «Байкен-U».

На прилегающих территориях получили развитие горное предприятие ТОО «Балауса» на ванадиевом месторождении Баласа-Ускандык, восстанавливается рудник Шалкия на одноименном свинцово-цинковом месторождении, проводятся разведочные работы и опытная добыча золота кучным выщелачиванием на мелких золоторудных объектах западного замыкания хребта Б. Каратау (ТОО «Техказинвест»). Разрабатывается ряд месторождений строительных материалов (бутовый камень, щебень, песок и др.).

Водоснабжение Рудника ПСВ месторождения Ирколь осуществляется за счёт грунтовых вод в четвертичных отложениях и артезианских вод верхнемелового комплекса, а также водопроводом «Ортакшыл-Ирколь».

Энергоснабжение района осуществляется от ЛЭП-220 кВ, включенной в энергетическое кольцо Средней Азии и Южного Казахстана.

Район месторождения находится в шестибальной (по шкале Рихтера) зоне сейсмической активности.

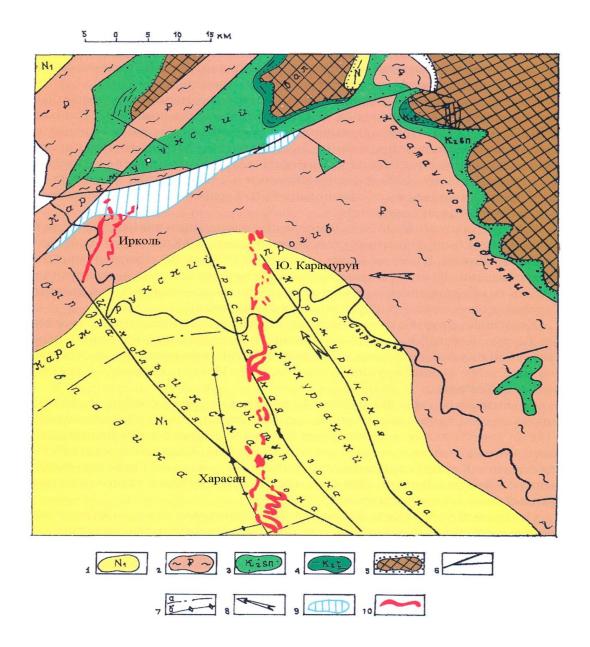
2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1 Геологические особенности

- В геологическом строении месторождения Ирколь, как и Сырдарьинской депрессии в целом, участвуют породы, образующие три структурных этажа:
- 1) нижний кристаллический фундамент, сложенный интенсивно дислоцированными и метаморфизованными протерозойскими и нижнепалеозойскими геосинклинальными образованиями;
- средний промежуточный структурный этаж, включающий осадочные литифицированные отложения среднего и верхнего палеозоя;
- 3) верхний платформенный чехол, представленный мезозойскокайнозойскими слабо дислоцированными и слабо уплотненными песчаноглинистыми породами, вмещающими промышленное урановое оруденение.

Нижний структурный этаж представлен образованиями кристаллического фундамента, которые выходят на поверхность в горном Сырдарьинской депрессии обрамлении (хребет Б. Каратау, ЧаткалоКураминское поднятие, Таласский Алатау и т.д.). Внутри депрессии мезозойско-кайнозойский нерасчлененных чехол выходы ПОД высокометаморфизованных пород, прорванных кислыми интрузиями, отмечаются в северной части Чулинского поднятия. В районе работ строение кристаллического фундамента не изучено.

Домезозойские литифицированные образования среднего структурного этажа в районе работ представлены терригеной толщей среднего девона (тюлькубашская свита), известняками и доломитами фаменского яруса верхнего девона и карбонатными породами нижнего карбона, прорванными интрузиями верхнепалеозойских гранитов.[1]



1 - алевролиты миоцена; 2 - серо-зеленые глины, мергели, ангидриты палеогена; 3 - пестроцветные пески сенона; 4 - пестроцветные алевролиты турона; 5 - выходы домезозойских образований; 6 - разрывные нарушения; 7 - пликативные структуры чехла: а - синклинали, б - антиклинали; 8 - направление потока подземных вод верхнемелового водоносного комплекса; 9 - область транзитной разгрузки пластовых вод; 10 - урановорудные залежи.

Рисунок 3 - План рудоносности Карамурунского рудного района (со снятым чехлом верхнеплиоценово-четвертичных отложений, по Казаринову В.В.)

Верхний структурный этаж представлен осадочным чехлом, сложенным преимущественно пролювиально-аллювиальными глинисто-гравийно-песчаными отложениями верхнего мела, мощностью до 300÷470 м, среди которых выделены все ярусы от сеномана до дата; преимущественно морскими глинистыми породами палеогена мощностью до 280 м, в основном пролювиальными глинистыми отложениями неогена (верхнего плиоцена)

мощностью до 100 м и эолово-аллювиальными отложениями четвертичного возраста мощностью 90÷110 м.

Верхнемеловой комплекс представлен циклично построенной толщей пестроцветных пород, в основании которых на большей части площади развиты гравийно-галечные отложениями сеномана мощностью от нескольких метров до 50 м.

Отложения сеномана без перекрываются видимого несогласия нижнетуронскими красновато-коричневыми алевролитами, глинами И которые юго-востоке сероцветными замещаются морскими горизонтально-слоистыми глинами с остатками нижнетуронской фауны. Мощность осадков 40÷50 м.

Отложения верхнего турона, согласно залегающие на нижнетуронских, сформированы в условиях крупной аллювиальной равнины и представлены пачкой разнозернистых зеленых, реже серых песков с линзами и прослоями гравийных пород, зелёных и тёмно-серых с фиолетовыми пятнами неслоистых озерных глин и алевролитов. Непроницаемые образования мощностью до 1,5÷2,0 м, кулисообразно расположенные в верхней части разреза, образуют промежуточный водоупорный слой между верхнетуронскими и коньякскими горизонтами.

В юго-восточной части района аллювиальные образования верхнего турона фациально замещаются красноцветными в основном глинистыми делювиально-пролювиальными отложениями. Мощность отложений верхнего турона около 60 м. В песках верхнего турона сосредоточено 10 % запасов урановых руд месторождения Ирколь. Отложения верхнего турона коррелируются с нижним циклом инкудукского горизонта в ШСД.

Вышележашие сенонские образования расчленены на основании биостратиграфических построений на коньякский, сантонский, кампанский и маастрихтский ярусы.

Отложения коньякского яруса согласно, без перерыва, залегают на породах верхнего турона и представлены наиболее грубозернистой частью сенонского разреза. На всей площади месторождения он начинается с руслового литогенетического комплекса, представленного в нижней и средней частях разреза восстановленными зеленовато-серыми и светлосерыми галечно-гравийными и песчаными отложениями стрежневых частей русел, содержащими редкий углефицированный растительный детрит.

Для этих пород характерна пологая косая слойчатость потокового типа и сложные взаимоотношения тел разнообломочных пород внутри комплекса. Завершается комплекс горизонтально-слоистыми мелкозернистыми белесыми, розовато-белесыми, буровато-белесыми глинистыми песчаниками и песками с прослойками и обрывками красноцветных алевролитов, относящихся к припойменным частям палеорусел. Местами вверх по разрезу русловый литогенетический комплекс сменяется делювиально-элювиальным, представленным белесожелтыми, буровато-желтыми и красно-бурыми неслоистыми разнозернистыми песками и песчаниками, буровато-красными

неслоистыми алевролитами и глинами с белесыми пятнами и прослойками. Таким образом, в вертикальном ряду литогенетических типов проявляется четкая смена первичной восстановительной обстановки через нейтральную (белесые породы) на окислительную.[5]

Мощность отложений коньяка практически неизменна на всей площади месторождения и составляет 58÷62 м, за исключением участка на северном его фланге, где верхняя часть горизонта эродирована и выходит непосредственно под верхнеплиоценовые отложения. Водопроницаемая часть разреза мощностью до 45 м образует с верхнетуронским единый водоносный горизонт, получивший название иркольского.

Размещение ЛФТ на площади показывает, что стрежень палеопотока, отложения которого характеризуются максимальными значениями коэффициента фильтрации, приходится на центральную часть северной половины месторождения.

Отложения коньякского яруса вмещают около 80 % запасов урановых руд месторождения Ирколь. Эта пачка пород сопоставима со средним циклом инкудукского горизонта в ШСД.

В разрезе сантонского яруса, согласно перекрывающего нижележащие коньякские отложения, выделяются две неравноценные по объему литологические пачки:

- нижний сантон с мощностью песчано-глинистых пород до 35 м;
- верхний сантон с мощностью осадков делювиально-аллювиальной равнины до 70 м.

Осадки сантона представлены широким площадным развитием красноцветного комплекса русловых, пойменных и луговых накоплений. Этот комплекс, при явном преобладании глинистых пород, в районе наиболее фациально изменчив. Луговые зеленоцветные и аллювиальные сероцветные осадки вмещают около 5 % запасов урана на месторождении. Данные отложения сопоставимы с верхней частью инкудукского горизонта в ШСД.

Отложения кампанского яруса, преимущественно аллювиального происхождения, представлены комплексом серых, реже зеленовато-серых глинисто-песчаных пород, имеющих мощность около 20 м. В пределах месторождения урановоеоруденение встречается в кампане эпизодически в виде мелких рудных тел и связано, по-видимому, с перетоком кислородных вод из подстилающих отложений верхнего сантона. К проницаемым пескам приурочено около 5% запасов урана месторождения Ирколь.

Отложения маастрихтского яруса мощностью около 40 м согласно залегают на породах кампана и представлены в основном мелководноморскими осадками, сформированными в субаквальной обстановке. В юго-восточной части района они замещаются аллювиальноделювиальными отложениями. В пределах площади месторождения Ирколь отложения маастрихтского яруса безрудны.

Отложения кампана и маастрихта сопоставимы с жалпакским горизонтом ШСД.

Отложения дат-палеоцена, залегающие на границе верхнего мела и палеогена, представлены отложениями, накопившимися преимущественно в озерно-лагунных обстановках — голубовато-серыми и красными доломитистыми глинами и алевролитами, бурыми карбонатно-глинистыми и буровато-розовыми карбонатными песчаниками. Суммарная мощность отложений около 30 м.

Отложения палеогеновой системы представлены доломитистыми песчаниками, доломитами, гипсами и известняками верхнего палеоцена (до 15 м) и трансгрессивной серией эоценовых отложений: глауконитовыми песчаниками, черными и серыми глинами нижнего эоцена (до 30÷34 м), коричневато-серыми мергелями, известковистыми глинами и глинами среднего эоцена (до 50 м) и серо-зелёными алевролитами и глинами верхнего эоцена (до 220 м). Отложениями верхнего эоцена на месторождении Ирколь завершается разрез мел-палеогенового структурно-формационного комплекса, испытавшего слабые пликативные деформации, приведшие к пологой складчатости без нарушения целостности горизонтов.

Завершается разрез осадочного чехла неоген-четвертичными отложениями, которые субгоризонтально различных залегают на стратиграфических образованиях. Представлены нижележащих они комплексом осадочных пород мощностью от 0 до 100 м, образованных в условиях пролювиальной равнины, существовавшей в верхнее-плиоценовое время. Верхнюю часть комплекса слагают четвертичные эоловые и аллювиальные пески с линзами неслоистых глин общей мощностью до 110 м.

2.2 Структурные особенности

В структурном отношении близмеридиональная рудоносная полоса месторождения тяготеет к юго-восточному склону Карамурунского вала погруженной части одноименного выступа хребта Б. Каратау. Карамурунский вал – это сложно построенная сводово-глыбовая структура антикаратауского (т. е. северо-восточного) простирания, имеющая длину около 100 км и ширину 40 км. На северо-западе вал сопрягается с Урмекумской впадиной, а на юго-востоке с Карамурунским прогибом. Карамурунский вал состоит из трех крупных положительных структур -Карамурунского, Иркольского и Байгакумского горстов и разделяющих их двух отрицательных структур – Алгабасского и Ушанкольского грабенов. Горсты и грабены ограничены разрывными зонами типа сбросов-взбросов, имеющими северо-восточное, согласное с простиранием вала, направление. Наиболее изученной структурой является Иркольский горст, в пределах которого локализуется месторождение Ирколь. Горст преимущественно вертикальными и косыми движениями по Ушанкольскому взбросу, Чаулинчинскому и Кызылтускому сбросам в плиоценовый этап неоген-четвертичного орогенеза. В пределах горста породы верхнего мела и палеогена смяты в пологие (1÷3o, реже 5÷7o) складки с юг-юго-западной

ориентировкой осей и в северной части горста значительно, вплоть до палеозойских пород, эродированы. Структурными условиями площади обусловлены существенные различия в сохранности и мощностях чехла и в первую очередь образований палеогена, в меньшей мере верхнемеловых отложений. Четвертичные отложения, образовавшиеся в посторогенный этап развития, имеют наиболее стабильные мощности и субгоризонтальное залегание. Карамурунский прогиб – крупная (60×100 км) синклинальная между Карамурнским структура, заключенная валом, Каратауским поднятием, Яныкурганским валом и глубокопогруженной Жаугашской впадиной. Месторождение Ирколь характеризуется спокойной тектонической обстановкой. Разнонаправленные тектонические нарушения, широко проявленные в домезозойских образованиях, в рыхлых и слабо сцементированных отложениях осадочного чехла практически не проявлены. [9]

2.3 Гидрогеологические и гидрогеохимические особенности

Площадь месторождения Ирколь в гидрогеологическом отношении входит в состав Среднесырдарьинского равнинного бассейна, являющегося северным крылом крупного Сырдарьинского артезианского бассейна первого порядка.

На Иркольском рудном поле, в юго-восточной части Иркольского горста, где водоносные слои испытали только пликативные деформации, гидродинамический план характеризуется северо-западным направлением потока пластовых вод. В северной части горста, в результате барьерного влияния Кызылтуского сброса, происходит деформация этого плана, выражающаяся изгибами гидроизогипс в западном направлении. Поток пластовых вод здесь характеризуется малыми уклонами и скоростями движения воды, что, по-видимому, связано с затрудненными условиями разгрузки водоносного комплекса на его выходах в ядрах антиклинальных структур горста. Ушанкольскяй взброс и Чаулинчинский сброс являются естественными барьерами на пути потока пластовых вод, так как по их зонам водоносные горизонты верхнего мела приведены в контакт с водоупорными породами палеогена. Вдоль этих разломов в горсте образуются застойные зоны, характеризующиеся повышенной минерализацией пластовых вод. Вялость гидродинамического режима в верхнемеловом комплексе на Иркольском поле обуславливает и специфику гидрогеохимических условий в разных зонах пластового эпигенеза. Полученные гидрогеохимические данные свидетельствуют о пассивности процессов перераспределения и накопления урана на восстановительном барьере и весьма слабом их проявлении по селену. Масштабы накопления селена в рудных зонах на порядок ниже, чем урана, что является, повидимому, одной из основных причин практической монокомпонентности инфильтрационного оруденения на месторождении Ирколь.

На месторождении проявлены все три выделяемых в Сырдарьинском бассейне структурно-гидрогеологических этажа (сверху вниз):

- 1) верхний преимущественно рыхлых и слаболитифицированных образований этапа новейшей тектонической активизации (N-Q) с грунтовыми водами в молассоидах;
- 2) средний слаболитифицированных образований этапа платформенного развития (K-P) с напорными и артезианскими водами в терригенных породах;
- нижний литифицированных домезозойских образований преимущественно с трещинно-пластовыми и трещинно-жильными водами.

Гидрогеологические (водоносные этажи комплексы) чехла И домезозойских образований на всей ПОЧТИ площади месторождения разобщены водоупорными породами большой мощности и только на северном фланге месторождения, за пределами рудных залежей, они взаимосвязаны на локальных участках. Месторождение находится в области транзита потоков подземных вод, имеющих северо-западное направление движения. Питание подземных вод осуществляется за пределами района работ за счет регионального потока с юго-восточной части Сырдарьинской депрессии и стока с Каратауского гидрогеологического массива, а частичная разгрузка подземных вод осуществляется в 1,5÷5 км к северо-западу от месторождения Ирколь в своде Иркольской антиклинали, где водоносные горизонты мела находятся в контакте cверхнеплиоценовым четвертичным горизонтом. Здесь происходит вертикальное перетекание из нижележащих водоносных горизонтов в вышележащие. При этом активная существует гидравлическая связь только на участках отсутствия водоупорных отложений В подошве четвертичного ГЛИНИСТЫХ верхнеплиоценового горизонта. [15]

неоген-четвертичный гидрогеологический характеризуется весьма неоднородной мощностью водовмещающей толщи, различной глубиной залегания грунтовых вод, незначительной водообильностью и генеральным направлением потоков на северо-запад к Аральскому морю. Рельеф, климат и гидрографическая сеть являются определяющими факторами гидрохимических И гидродинамических особенностей рассматриваемого гидрогеологического этажа.

Неоген-четвертичный этаж связан с наличием пачек песка мощностью до 70÷100 м в четвертичных и верхнеплиоценовых отложениях.

Четвертичный водоносный горизонт по своему строению делится на два подгоризонта: верхний, содержащий грунтовые воды, и нижний, содержащий напорные воды.

Верхний подгоризонт имеет повсеместное распространение и представлен плотными тонкозернистыми песками с прослоями и линзами лессовидных известковых глин и алевролитов. Мощность подгоризонта 70÷80 м. Подземные воды безнапорные, глубина залегания статического уровня носит сезонный характер и составляет в осенне-зимний период 1÷11

м, а весной и летом, при подъеме уровня в р. Сырдарья, уровень грунтовых вод повышается, в пониженных местах происходит частичная разгрузка с образованием мочажин. Имея общее направление движения на северо-запад с уклоном 0,006÷0,0002, грунтовые воды получают дополнительное питание от реки. Минерализация подземных вод составляет более 1,5 г/дм3. Лишь вдоль реки отмечается зона опреснения и увеличения мощности слабо минерализованных вод.

Нижний подгоризонт четвертичного водоносного горизонта также широко развит и представлен тонко-мелкозернистыми песками мощностью до 15 м. Нижний и верхний подгоризонты разделены алевролитами мощностью 15-40 м.

По химическому составу воды хлоридно-сульфатные, слабощелочные, содержащие уран в количестве $3,1\times10-5$ г/дм3 и селен $2,05\times10-6$ г/дм3.

Верхнеплиоценовый водоносный горизонт имеет распространение и представлен мелкозернистыми песками мощностью до 3 м. От вышележащего четвертичного горизонта отделен алевролитами мощностью 28 м. В соответствии с небольшой мощностью мелкозернистым составом песков водовмещающих ИΧ емкостные И фильтрационные свойства оцениваются как невысокие.

Средний мел-палеогеновый этаж разделяется водоупорными толщами на эоценовый, кампан-маастрихтский, сантонский, верхнетуронско-коньякский (иркольский) и сеноманский водоносные комплексы. В областях питания комплексы и входящие в их состав водоносные горизонты часто взаимосвязаны.

Маломощные водоносные пески эоценового комплекса распространены В районе работ локально. Уровень вод, вскрытых скважинами на глубинах 40÷480 м, устанавливается на отметках от -20 до +15 м от поверхности земли. Пресные воды по направлению движения от областей сменяются кислородные питания солоноватыми, сероводородными. Фоновые содержания урана снижаются при этом от (3÷10) $\times 10$ -6 до n $\times 10$ -7 г/дм3.

Рудовмещающий верхнемеловой водоносный комплекс представляет собой слоистую толщу водоносных пород, разделенную водоупорами на горизонты: кампан-маастрихтский, водоносные сантонский верхнетуронско-коньякский (иркольский). Незначительная разница в напорах и сходный химический состав в водоносных горизонтах комплекса свидетельствует об общности условий их формирования и близости очагов разгрузки. Движение подземных вод происходит в западном и северозападном направлении со скоростью фильтрации 1÷10 м/год. Питание водоносного комплекса происходит за пределами рудной площади, а частичная разгрузка подземных вод осуществляется в 1÷1,5 км к северозападу от месторождения Ирколь, в своде Иркольской антиклинали, где водоносные горизонты мела находятся в контакте с верхнеплиоценовым или четвертичным горизонтами.

Кампан-маастрихтский водоносный горизонт приурочен разнозернистым пескам кампана И маастрихта имеет И распространение на месторождении Ирколь, отсутствуя лишь в его северной части, где горизонт выходит под отложения плиоценчетвертичного возраста на глубине 85÷120 м. Мощность горизонта от 20 до 45 м. Верхним водоупором являются регионально выдержанные отложения палеогена и в южной части неогена. Мощность верхнего водоупора увеличивается от свода Иркольской антиклинали на юг до 330 м. Нижним водоупором являются песчаники и запесоченные алевролиты нижней части кампана и верхней части сантона. Мощность их достигает 45 м. На отдельных участках водоупорные породы отсутствуют, здесь существует гидравлическая связь с нижележащим сантонским водоносным горизонтом. Кампан-маастрихтский водоносный горизонт является высоконапорным. Напоры подземных вод увеличиваются в южном направлении от 90 до 440 м. Глубина залегания статического уровня в зависимости от форм рельефа составляет 0,5÷4,0 м. Подземные воды горизонта в северной части месторождения слабо солоноватые с минерализацией около 1 г/дм3, сульфатно-хлоридные натриево-калиевые. В южной части месторождения подземные воды пресные с минерализацией до 0,76 г/дм 3, гидрокарбонатно-сульфатные или сульфатно-гидрокарбонатные натриево-калиевые. Содержание урана в воде колеблется от 0 до 1,4×10-5 г/дм3, селена от 1,7×10-7 до 1×10-6 г/дм3. Воды имеют реакцию от слабокислой до слабощелочной.

Сантонский водоносный горизонт имеет повсеместное распространение на месторождении, отсутствуя лишь на крайнем северном Рудовмещающими являются мелкозернистые мощностью 35÷50 м. На северном фланге водопроницаемые отложения горизонта на глубине 95 м выходят под водоносные отложения плиоценчетвертичного возраста. В южном направлении сантонский водоносный горизонт погружается под вышележащие горизонты мела и палеогена, на южном фланге глубина кровли составляет 490 м. Верхний водоупор, разделяющий сантонский и кампан-маастрихтский водоносные горизонты, Нижним водоупором, разделяющим верхнетурон-коньякский рудовмещающий горизонты, служит регионально выдержанная толща алевролитов с прослоями плотных мощностью 5÷15 м. Подземные воды являются высоконапорными. Напор на кровлю увеличивается в южном направлении от 92 до 490 м. Глубина залегания статического уровня колеблется от 0,4 до 4,5 м. Пески сантона являются водообильными и хорошо проницаемыми. Подземные воды горизонта пресные с минерализацией до 1 г/дм3, слабощелочные, по химическому составу сульфатно-гидрокарбонатные или гидрокарбонатносульфатные натриево-калиевые. Содержание урана в воде составляет от 3.9×10 -6 до 2.2×10 -5 г/дм3.

Верхнетуронско-коньякский (иркольский) водоносный горизонт имеет повсеместное распространение на рудной площади и является

рудовмещающим. Иркольский водоносный горизонт имеет сложное строение. Водовмещающими являются разнозернистые пески и гравийные породы с галькой коньякского яруса мощностью 30÷50 м и разнозернистые пески с прослоями гравийных пород верхнего турона мощностью 10÷50 м. Общая мощность горизонта достигает 115 м. Верхний водоупор иркольского водоносного горизонта является регионально выдержанным и представлен алевролитами с прослоями плотных песчаников мощностью 5÷15 м. Нижний водоупор также регионально выдержан и представлен алевролитами нижнего турона мощностью 40÷65 м.

Коньякский водоносный подгоризонт является основным рудовмещающим на месторождении. Глубина залегания кровли водоносного подгоризонта возрастает с севера на юг от 135 до 606 м. Подземные воды подгоризонта являются высоконапорными. Напор на кровлю возрастает в южном направлении от 130 до 500 м. Глубина залегания пьезометрического уровня подземных вод в зависимости от форм рельефа составляет 0÷15 м, преобладает до 5 м. Поток подземных вод коньякского водоносного подгоризонта имеет северо-западное направление, уклон пьезометрической поверхности 0,0004÷0,0006. Удельные дебиты скважин высокие – от 0,4 до 1,3 дм 3 /сек. Водопроводимость составляет 176÷312 м2 /сут, коэффициент фильтрации 6÷11 M/CVT. Подземные коньякского воды подгоризонта большей части месторождения гидрокарбонатносульфатные минерализацией $0.6 \div 1.0$ натриево-калиевые c г/дм3. центральной части хлоридно-сульфатные с минерализацией до 2,7 г/дм3. Воды слабощелочные, с содержанием урана от 9.8×10 -6 до 3.8×10 -5 г/дм3. Температура подземных вод горизонта 24÷43 °C.

Верхнетуронский водоносный подгоризонт является также рудовмещающим. От вышележащего коньякского водоносного подгоризонта отделен прерывистым промежуточным водоупором мощностью от 0,5 до 15 м. Глубина залегания кровли водоносного подгоризонта изменяется от 190 до 675 увеличение происходит В МОНЖО направлении. Отложения верхнетуронского подгоризонта обладают водоносного водообильностью и водопроницаемостью. Коэффициент фильтрации от 6 до 10 водопроводимость 258÷331 M2/cyT. По гидрохимической M/CVTзональности и составу воды верхнетуронского водоносного подгоризонта сходны с водами коньякского подгоризонта. Содержание урана в воде составляет $2.9 \times 10-7 \div 6.4 \times 10-5$ г/дм3, селена $1.5 \times 10-7 \div 3.8 \times 10-6$ г/дм3.

Нижележащий сеноманский водоносный комплекс, а также палеозойский комплекс нижнего гидрогеологического этажа отделены от рудовмещающих горизонтов регионально выдержанным водоупором (глины и алевролиты нижнего турона мощностью 40÷65 м), на обводнение рудных залежей влияния не оказывают и поэтому здесь не рассматриваются.

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы. Основным рудовмещающим горизонтом на месторождении является иркольский водоносный горизонт, представляющий собой сложнослоистую

толщу, в строении которой четко выделяются два самостоятельных подгоризонта – коньякский и верхнетуронский.

Конъякский водоносный подгоризонт, проницаемыми породами которого являются в основном гравийно-песчаные и галечно-песчаногравийные отложения, является основным рудовмещающим на месторождении.

Подгоризонт характеризуется следующими значениями природных факторов, влияющими на разработку рудных залежей методом ПВ:

- Мощность проницаемых пород варьирует от 30 до 50 м и характеризуется по существующей типизации как средний тип водоносного подгоризонта;
- Верхний водоупор является выдержанным, нижний водоупор относительно выдержанным в северной половине месторождения (залежи 1 и 2) и менее выдержанным в южной половине (залежь 4), мощность ограничивающих водоупоров составляет 0,5÷15 м, преобладает 2÷5 м;
- по положению уровней ($+0.8 \div -15$ м) подгоризонт относится к типу неглубокого залегания;
- по степени водообильности водовмещающие породы относятся к умеренно водообильным и водообильным: удельные дебиты скважин составляют 0,22÷1,27 дм 3 /сек;
 - приемистость скважин высокая: 0,2÷0,71 дм3/сек на 1 м напора;
- по фильтрационным свойствам рудовмещающие породы относятся к типу проницаемых и высокопроницаемых (коэффициент фильтрации 6÷11 м/сут), что выше минимального значения коэффициента фильтрации пород рудовмещающего подгоризонта, установленного в кондициях для подсчета запасов урана (1 м/сут);
- по значению водопроводимости подгоризонт относится к типу высокопроводимых: водопроводимость составляет 176÷312 м2/сут;
- основная часть рудных залежей месторождения развита в зоне распространения пресных вод (0,6 г/дм3), лишь южная часть залежи 1 залегает в зоне солоноватых вод $(2,1\div2,7 \text{ г/дм3})$;
- в обводнении надрудной толщи принимают участие три водоносных горизонта, требующих обязательной гидроизоляции от рудовмещающего горизонта при сооружении технологических скважин.

Верхнетуронский водоносный подгоризонт, являясь по значению вторым рудовмещающим на месторождении Ирколь, характеризуется следующими значениями природных факторов, влияющими на разработку рудных залежей методом ПВ:

- водоносными являются преимущественно разнозернистые пески с линзами гравийных пород;
- мощность водоносных проницаемых пород изменяется от 30 до 50 м, что по существующей квалификации относится к горизонту среднего типа;

- верхний водоупор (0,5÷2,0 м, реже более метров) относительно выдержан в пределах залежи 3 и является прерывистым в пределах залежи 5;
- по положению уровней (1÷6 м) подгоризонт относится к типу неглубокого залегания;
- по степени водообильности водовмещающие породы относятся к умеренно водообильным и водообильным: удельные дебиты скважин составляют 0,29÷0,53 дм3/сек;
- по фильтрационным свойствам рудовмещающие породы относятся к типу проницаемых (коэффициент фильтрации 6÷10 м/сут.), что выше минимального значения коэффициента фильтрации пород рудовмещающего подгоризонта, установленного в кондициях для подсчёта запасов урана (1 м/сут.);
- по значению водопроводимости подгоризонт относится к типу высокопроводимых: водопроводимость составляет 258÷331 м2 /сут.
- удные залежи залегают в зоне развития пресных вод (0,6 г/дм3);

В обводнении надрудной толщи принимают участие три водоносных горизонта и смежный коньякский подгоризонт.

Таким образом, месторождение Ирколь характеризуется в целом благоприятными гидрогеологическими условиями для его отработки методом ПВ.[7]

3 УРАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РУД

3.1 Характеристика уранового оруденения и вещественный состав руд

В плане рудные залежи представляют собой протяженные (до 5-6 км) извилистые ленты переменной ширины (от 50 до 800 м), вытянутые в соответствии с границами ЗПО в близ меридиональном направлении. Внутреннее строение залежей сложное, обусловленное чередованием минерализованных ураноносных пластов и прослоев безрудных пород.

В поперечных разрезах урановые руды, в соответствии со ступенчатым строением области выклинивания ЗПО, образуют тела, состоящие из сложно сочетающихся друг с другом роллов, роллоподобных форм, линзовидных и пластовых тел. Они характеризуются изменчивой мощностью (от первых метров до первых десятков метров, средняя мощность 9,7 м) и сложным строением, выражающимся в изменчивом сочетании от 1 до 5-7 рудных тел на разных гипсометрических уровнях, разделенных безрудными пластами, при объемном коэффициенте рудоносности от 0,3 до 1 (в среднем 0,5).

оруденение локализуется Урановое практически всех литологических разностях пород с определенным тяготением к среднемелко- и тонкозернистым пескам. Минеральный состав руд и вмещающих пород аналогичен и различается только наличием рудной минерализации. В составе обломочного материала пород преобладает кварц (65-75 %), полевые шпаты составляют 5÷7 %, кремнистые породы (яшмы, кварциты, роговики, сланцы) 3-5 %, слюдистые минералы (мусковит, биотит, хлорит, флогопит) 0,5-3,0 %, углефицированные растительные остатки до 0,5-1,5 %. Среди диагенетических и эпигенетических минералов отмечаются пирит 0,5 %, кальцит до 2,5 % (содержания СО2 около 0,7 %), доломит до 0,5 %, барит до 1,2 %. Из акцессорных минералов присутствуют турмалин, ильменит, лейкоксен, гранат, ставролит, циркон, цоизит, апатит, анатаз, рутил, магнетит, гидрогематит.

Цемент глинистый, в редких случаях с примесью карбонатного материала, количество его составляет от первых единиц до 15-20 % массы породы. Глинистый материал представлен мелкочешуйчатыми, спутанноволокнистыми агрегатами и состоит из смеси монтмориллонита (40-42 %) и гидрослюды (44-46 %) с примесью каолинита (14 % от общей массы глинистого материала). Карбонатный материал в цементе распределен неравномерно и представлен мелкоагрегатными скоплениями кальцита и доломита.

Урановые минералы представлены тонкодисперсными коффинитом (70-90 %) и настураном (до 30 %), образующими вкрапленность в межзерновом глинисто-алевритовом заполнителе, тончайшие пленки вокруг

обломочных зерен, псевдоморфозы по растительным тканям углистого детрита и легко переходят в раствор слабо концентрированной серной кислоты. Повышенные содержания селена связаны с самородным селеном, ферроселитом, ванадиевые – с тюямунитом и хеггитом.

Руды месторождения монометальные — урановые. Содержание урана в рудных телах варьирует в широком диапазоне — от 0,01 до 1,0 %, составляя в среднем 0,042 %. По содержанию урана руды месторождения Ирколь относятся преимущественно к бедным, реже к рядовым. Рудные залежи, благодаря значительным колебаниям мощности (от первых метров до 24 м), характеризуются весьма изменчивой продуктивностью — от 1 до 18 кг/м2. Оруденение на месторождении формируется в крыльях пологих пликативных структур, что и обуславливает субгоризонтальное залегание рудных тел и их общее погружение с севера на юг увеличивается от 180 до 750 м (средняя глубина залегания подошвы рудных залежей 420 м).

По химическому составу урановые руды месторождения относятся к силикатному типу (SiO_2 - 83,5 %, Al_2O_3 - 6,86 %) и характеризуются незначительным содержанием вредных примесей: CO_2 , S, C_{opr} , P_2O_5 .

Содержание СО₂ в породах и рудах невысокое - в среднем 0,55 %. Очень низкое содержание серы (0-0,38 %) обусловлено, вероятно, малыми содержаниями в породах дисульфидов железа. Количество С_{орг.} также небольшое и составляет в среднем по пескам 0,05-0,29 %, повышаясь в песчаниках до 0,12-0,37 %, в алевролитах и глинах до 0,57 %. Фосфор присутствует в апатите и фосфатном веществе, замещающем костные обломки.

Радиологические условия залежей характеризуются рудных проявлением статической зональности, т.е. отсутствием инфильтрационных радиевых ореолов, осложняющих количественную интерпретацию гамма-каротажа результатов скважин. Коэффициент радиоактивного равновесия по рудным интервалам колеблется в пределах 0,7-0,9, составляя в среднем по месторождению 0,8.[2]

В разрезе рудовмещающих водоносных горизонтов выделяются два литолого-фильтрационных типа руд и вмещающих пород, имеющих достаточно четкую пространственную обособленность:

__проницаемые породы и руды, представленные песком и гравием с галькой, содержащими алеврито-глинистые частицы в количестве менее 20% и имеющими коэффициент фильтрации более 1,0 м/сут;

__слабопроницаемые и водоупорные породы и руды, представленные песчаниками на глинистом цементе, алевролитами и глинами, содержащими алеврито-глинистые частицы в количестве более 20 % и имеющими коэффициент фильтрации менее 1,0 м/сут.

Основные запасы урана на месторождении Ирколь (около 90 %) сосредоточены в первом проницаемом типе рудовмещающих пород.

3.2 Геотехнологические свойства руд

Лабораторными исследованиями, подтвержденными опытными работами, установлены следующие геотехнологические особенности уранового оруденения на месторождении Ирколь:

- 1) основные запасы месторождения локализуются в проницаемых и высоко проницаемых песчаных и гравийно-песчаных отложениях (К ф от 1до 12 м/сут.), причем рудные пески характеризуются в основном равной или более высокой проницаемостью по сравнению с безрудными;
- 2) рудам свойственна низкая карбонатность (содержание CO₂ менее 2%) при инертном, труднорастворимом составе основной массы породообразующих минералов и высоко растворимой рудной минерализации;
- 3) рудовмещающие водоносные горизонты обычно ограничены достаточно выдержанными по площади и мощности водоупорами и залегают ниже уровня грунтовых вод;
- 4) опытные, лабораторные и экспериментальные полевые работы показали, что процесс сернокислотного выщелачивания протекает с высокими значениями основных геотехнологических показателей (степень извлечения урана из недр, отношение Ж/Т, удельный расход реагента и т.д.)

Процесс выщелачивания стимулируется относительно повышенной температурой водной среды горизонтов (35°C - 43°C).

Из неблагоприятных факторов можно отметить большие глубины оруденения (до 750 м), наличие в надрудной зоне нескольких водоносных горизонтов суммарной мощностью до 180 м и легко размываемых пород неогена (до 100-120 м). К осложняющим отработку месторождения факторам также относится то, что рудовмещающий иркольский горизонт имеет большую мощность и линзовидный характер развитых в его разрезе водоупорных слоев, что может привести к растеканию рабочих растворов вниз и за контуры рудных залежей. Определенные трудности в освоении месторождения могут быть также связаны с устройством его поверхности, представленной холмисто-ячеистыми песками, припойменными тугаями и руслом р. Сырдарья.

В целом урановые руды месторождения Ирколь высоко технологичны применительно к сернокислотному способу выщелачивания и отработка месторождения экономически целесообразна.[1]

4 ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ УРАНА

4.1 Эксплуатационные работы

Схема циркуляции растворов предусматривает откачку продуктивных растворов из откачных скважин отрабатываемого блока, отстаивание растворов от механических примесей с выводом последних из процесса, сорбционное извлечение из растворов, осветление маточников и подкисление их концентрированной серной кислотой, подачу подкисленного выщелачивающего раствора (ВР) через закачные скважины в рудное тело блока.

Принципиальная схема добычи урана способом ПСВ приведена на Рисунке 4.



Рисунок 4 - Принципиальная схема добычи урана способом ПСВ.

Геотехнологическая схема добычи урана включает следующие взаимосвязанные технологические процессы:

- сернокислотное выщелачивание урана из рудных тел на месте их залегания с получением продуктивных урансодержащих растворов;
- сорбционное извлечение урана из продуктивных растворов с получением насыщенного уранового ионита и обедненных по урану возвратных растворов (маточников сорбции), возвращаемых в цикл подземного выщелачивания после доукрепления серной кислоты (либо на Участке переработки продуктивных растворов, либо непосредственно на эксплуатационном блоке, участке);

• регенерация насыщенного ионита с получением товарного уранового концентрата.

Отработку блока осуществляют при выполнении следующих требований:

- соблюдение баланса откачки-закачки растворов по блоку, рядами и ячейкам скважин; суммарные расходы ПР и ВР должны быть одинаковыми;
- закачивание в скважины только осветленных, то есть очищенных от механических примесей растворов; предельно допустимая концентрация механических примесей в ВР составляет 50 мг/л;
- подача на подкисление BP серной кислоты, очищенной от механических примесей;
- при ремонтно-восстановительных работах в скважинах откачиваемые растворы направляются в специальную емкость для отделения механических примесей, после чего осветленные растворы подаются в общий коллектор ПР.

Отработка эксплуатационного блока подразделяется на три периода:

- 1) подготовка блока к добыче;
- 2) отработка;
- 3) отключение (погашение) блока или участка с выводом из цикла ПСВ с последующей ликвидацией скважин блока согласно инструкции «о порядке производства консервации и ликвидационного тампонажа в скважинах различного назначения на объекте ПВ ТОО «Семизбай-U» месторождения «Ирколь».[1]

Закисление

Это непрерывный во времени технологический процесс, направленный на формирование в рудовмещающем водоносном горизонте геохимической обстановки, обеспечивающей перевод урана в раствор и обогащение им продуцирующих растворов, создание закачкой и откачкой технологических растворов гидродинамических условий интенсивного массопереноса. При закислении подача растворов в закачные скважины проводится одновременно с непрерывной откачкой пластовых вод из откачных скважин с соблюдением общего по блоку баланса растворов.

- В зависимости от морфологических, геотехнологических и гидрогеологических условий залегания рудных залежей выделено четыре основных модификации режима закисления и подачи закачных растворов в эксплуатационный блок:
- руды и вмещающие их породы с малым содержанием карбонатов (до 1,5% по CO_2) закисляются растворами с концентрацией кислоты $15...20 \, \Gamma/$ л;
- руды и вмещающие их породы с повышенной карбонатностью (1,5...2,0% по $CO_2)$ закисляются растворами с концентрацией кислоты 10... 15 г/л;

- на начальном этапе закисления (5...10 суток), с целью сокращения кольматационных явлений, применяются кислоты с концентрацией на уровне 5...7 г/л;
- в отдельных случаях (при закислении вновь подготовленного к отработке эксплуатационного блока за счет проникновения в него растворов из соседних отрабатываемых блоков и появления в большинстве его откачных скважин продуктивных растворов) отработка блока может быть начата без стадии закисления.

В отдельных случаях допускается закисление блока отдельными частями с использованием эффекта растекания растворов.

Подача закачных растворов в эксплуатационные блоки на стадии закисления, в зависимости от системы отработки, осуществляется различными способами — прямым, опережающим, пульсирующим, с реверсированием, пассивным.

Прямой способ закисления

Подача кислых растворов в закачные скважины производится одновременно с непрерывной откачкой пластовых вод из откачных скважин. При этом способе необходимо соблюдать общий баланс растворов. Количество подаваемых растворов в рудовмещающий горизонт каждого блока, и участка в целом, должно соответствовать количеству откачиваемых пластовых вод, что реализуется через контроль за приемистостью закачных и дебитом откачных скважин и обеспечением стабильности этих параметров.

Завершением процесса закисления при такой подаче растворов считается появление в большинстве откачных скважин продуктивных растворов и запуск блока в добычу.

Опережающий способ закисления

Подача закачных растворов производится в предварительно пробуренные откачные скважины до бурения закачных путем свободного налива или под соответствующим давлением.

Продолжительность опережающего режима закисления определяется временным периодом, необходимым для прохождения фронтом закисления половины расстояния между откачными и закачными скважинами (по данным наблюдательных скважин или согласно расчету).

После введения в работу закачных скважин одновременно с подачей кислых растворов в закачные скважины, в откачные необходимо закачивать в течение 3-7 суток маточники сорбции, чтобы отжать от откачных скважин фронт растворов с высокой кислотностью. Такой подход позволяет избавиться от большой остаточной кислотности в продуктивных растворах, после запуска режима откачки.

Описанный способ позволяет ускорить подготовку блока за счет совмещения во времени стадий закисления и сооружения закачных скважин. При этом исключается необходимость выполнения откачки непродуктивных растворов и снижается степень кольматационных процессов в откачных скважинах.

Пульсирующий способ закисления

Применяется при однорядной системе отработки узких (до 50 метров в плане) залежей или отдельных, небольших по площади, изолированных рудных тел. В таких случаях расстояние от центра закачки до границы рудного тела составляет около 20...25 метров и закисление блока производится через универсальные скважины, работающие в переменном режиме «закачка-откачка». Закисление блока считается законченным, когда в наблюдательных скважинах, пробуренных вдоль контура отрабатываемой залежи, появляются растворы со значениями рН не менее 4.

Закисление с реверсированием потока

Реверсирование потока закачных растворов на стадии закисления должно производиться преимущественно в эксплуатационных блоках, разбуренных продольной прямоугольной системой скважин. Закисление блока при реверсировании потока растворов считается завершенным, если в наблюдательных скважинах, пробуренных между рядами откачных и закачных скважин, кислотность закачных растворов достигла значений рН — 2,5...3,0.

Пассивный (пульсационно-статический) способ закисления

Закачные растворы подаются во все скважины блока наливом, либо под давлением и в объеме, определенным предварительным расчетом. Затем блок отстаивается около месяца, после чего все скважины включаются в режим откачки. Для полной отработки блока необходимо 3...4 подобных цикла. Во время отстаивания блока, для обогащения его кислородом, эффективна подача в горизонт воздуха.

С учётом морфологических параметров рудных тел, вещественного состава руд и вмещающих пород, водно-физических характеристик продуктивного водоносного горизонта проектом предусмотрено прямое закисление. Подача кислых растворов в закачные скважины проводится одновременно с непрерывной откачкой пластовых вод из откачных скважин. При этом способе необходимо соблюдать общий баланс растворов. Количество подаваемых растворов в рудовмещающий горизонт каждого блока (участка) должно соответствовать количеству откачиваемых пластовых вод, что реализуется через контроль за приёмистостью закачных и дебитом откачных скважин и обеспечением стабильности этих параметров. Учитывая опыт работы Рудника ПСВ урана в 2007-2011 г.г., рекомендуется следующий режим кислотности: На первоначальной стадии закисления рекомендуется ступенчатое повышение кислотности растворов до 20-25 г/дм³; Далее – стабилизация кислотности растворов на уровне 20 г/ дм³ до выхода на пик содержания урана в ПР. После завершения стадии закисления – постепенное снижение кислотности растворов до 10-8 г/ дм³. Общепринято считать закисления продуктивных горизонтах завершением стадии В карбонатностью руд и вмещающих их пород по СО2 менее 1,5 % (по залежам

1, 2 и 3 карбонатность менее 0,64 %) не только наличие кондиционных содержаний урана в растворах большинства откачных скважин выше 30 мг/дм3, но и, в соответствии с требованиями действующей в АО «НАК «Казатомпром» «Инструкции по подземному скважинному выщелачиванию урана», достижение величины рН откачиваемых растворов на уровне 2,5 ед. Конкретное время завершения процесса закисления определяется индивидуально для каждого блока (участка).[2]

Период отработки блока

Период отработки эксплуатационного блока подразделяется на две стадии – активное выщелачивание и доработка блока.

выщелачивания активного характеризуется интенсивным переходом урана в обогащающийся и продуцирующий раствор и переносом его к откачным скважинам. Концентрация рабочих растворов по серной кислоте на этой стадии для условий месторождения Ирколь должна поддерживаться на уровне 10-8 г/дм³, при этом, варьируя в указанных пределах содержанием серной кислоты в выщелачивающих растворах, необходимо поддерживать рН в продуктивных растворах на уровне 2,0-2,2 ед. и ОВП = 350-450 мВ. Режим работы закачных и откачных скважин такой же, как и в период закисления. Выщелачивание урана осуществляется маточниками сорбции, доукрепляемыми серной кислотой до заданной концентрации. Как в период закисления, так и на стадии активного выщелачивания, необходимо соблюдать гидродинамическое равновесие (баланс объёмов закачиваемых и откачиваемых растворов) как по отдельным блокам, так и по участкам в целом. При соблюдении указанного условия система скважин блоков (участков) работает в стационарном режиме фильтрации, чем обеспечиваются локализация зоны циркуляции растворов в плане и разрезе рудовмещающего горизонта, минимальное разубоживание продуктивных растворов и управляемость процесса в целом. Первостепенное отработке блоков (участков) внимание при должно быть поддержанию стабильного режима работы откачных и закачных скважин, обеспечивающего равномерное по площади распределение растворов, что может быть достигнуто:

- своевременным проведением ремонтно-восстановительных работ в скважинах, включая механические, химические и другие виды обработки;
 - сооружением новых скважин взамен вышедших из строя;
- сооружением дополнительных технологических скважин в блоке, если в отдельных скважинах необратимо снизился дебит (приёмистость) по каким-либо причинам. Своевременное выполнение указанных выше работ является одной из основных задач эксплуатационной службы рудника ПСВ предприятия, так как неравномерная в плане и разрезе проработка блока (участка) приводит к значительному ухудшению конечных технико-экономических показателей общего цикла работ по ПСВ:

- неравномерный и неполный охват проработкой запасов блока и участка в целом с оставлением целиков;
- увеличение общих сроков работы блока (участка) из-за более длительной отработки отдельных частей с увеличением в итоге показателя Ж:Т и снижением среднего содержания урана в продуктивных растворах;
- повышение расхода кислоты (других реагентов), электроэнергии, сжатого воздуха, а также материальных и финансовых затрат на единицу продукции. Гидродинамическое равновесие по отдельным ячейкам, блокам и участкам должно поддерживаться на основе систематического контроля с использованием расходомеров и других средств КИП. Доработка эксплуатационного блока (участка)
- процесс завершающий отработку запасов урана блока (участка), характеризующийся, как правило, устойчивым снижением содержания урана в продуктивных растворах при достижении извлечения запасов урана из недр до уровня 60-70 %. На этой стадии концентрация рабочих растворов по кислоте должна неуклонно снижаться независимо от карбонатности руд и вмещающих пород, от 5-10 г/дм3 до кислотности маточников. Маточными растворами завершается отработка блока (участка), достигаемая при этом цель – разбавление в рудоносном горизонте растворов с повышенной Ha этой кислотностью. стадии не рекомендуется производительность блока по откачке во избежание подтягивания в его контур растворов из соседних блоков. Не допускается временно отключать или выводить из эксплуатации отдельные закачные и откачные скважины из общей системы блока из-за низкого содержания урана в откачных растворах. Указанное возможно только после оценки уровня извлечения запасов урана блока (участка) на основе нейтронного каротажа и других видов контроля, оформления соответствующего акта, утверждаемого главным инженером предприятия. Отработку блока (участка) можно считать завершенной при необратимом снижении содержания урана в продуктивных растворах до уровня ниже минимально-промышленного — ниже 16 мг/дм^3 .

4.2 Основные геотехнологические параметры

Для правильного ведения процесса выщелачивания, соблюдения технологического режима, анализа работы полигона, необходимо выполнять расчеты следующих геотехнологических параметров: степени извлечения урана, общего и удельного расхода серной кислоты, отношения Ж:Т, среднего содержания урана в ПР и др.

Отношение Ж:Т (f) рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{Q_{BP}}{\Gamma PM}$$

где Q_{BP} – количество поданного в блок, участок, ячейку выщелачивающего раствора за определенный период, м³; ГРМ – горнорудная масса, тонн.

Количество ГРМ рассчитывается по формуле:

 $\Gamma PM = S \cdot M_{2} \cdot \delta$.

где S — выщелачиваемая площадь блока, участка, ячейки, м²; M_{2} эффективная мощность рудовмещающего водоносного горизонта, м; δ объемная масса рудовмещающих пород и руд, тонн $/m^3$.

Среднемесячную концентрацию урана и серной кислоты в ΠP ($C_U^{\Pi P}$ и $C_{H_2SO_4}^{\Pi^p}$) вычисляют, исходя из среднемесячных концентраций урана и серной кислоты по откачным скважинам и объёма продуктивных растворов, добытых по откачным скважинам:

$$C_{U}^{\Pi P} = \frac{\left(C_{1_{UD}^{\Pi P}} \cdot Q_{1_{\Pi P}} + C_{2_{U}^{\Pi P}} \cdot Q_{2_{\Pi P}} + \ldots + C_{n_{U}^{\Pi P}} \cdot Q_{n_{\Pi P}}\right)}{\left(Q_{1_{\Pi P}} + \dot{c} Q_{2_{\Pi P}} + \ldots \cdot Q_{n_{\Pi P}}\right)}$$

$$C_{H_{2}SO_{4}}^{\PiP} = \frac{\left(C_{1_{H_{2}SO_{4}}} \dot{c} Q_{1_{\Pi P}} + C_{2_{H_{2}SO_{4}}} \dot{c} Q_{2_{\Pi P}} + \dots + C_{n_{H_{2}SO_{4}}} \dot{c} Q_{n_{\Pi P}}\right)}{\left(Q_{1_{\Pi P}} + \dot{c} Q_{2_{\Pi P}} + \dots \cdot Q_{n_{\Pi P}}\right)}$$

 $C_{H_2SO_4}^{\PiP} = \frac{\left(C_{1_{H_2SO_4}}^{\PiP} \stackrel{\bullet}{\iota} Q_{1_{\PiP}} + C_{2_{H_2SO_4}}^{\PiP} \stackrel{\bullet}{\iota} Q_{2_{\PiP}} + \ldots + C_{n_{H_2SO_4}}^{\PiP} \stackrel{\bullet}{\iota} Q_{n_{\PiP}}\right)}{\left(Q_{1_{\PiP}} + \stackrel{\bullet}{\iota} Q_{2_{\PiP}} + \ldots \cdot Q_{n_{\PiP}}\right)}$ где n — количество скважин; $C_{1_{U}}^{\PiP} \stackrel{C}{,} C_{2_{U}}^{\PiP} \stackrel{C}{,} \ldots \stackrel{C_{n_{U}}}{,} - \text{концентрация}$ урана в продуктивных растворах в 1-ой, 2-ой...n-ой откачных скважинах, Γ/Π ; $C_{1^{mp}}$ $C_{2^{mp}}$ $C_{2^{mp}}$ $C_{n^{mp}}$ — концентрация серной кислоты в продуктивных растворах в 1-ой, 2-ой...n-ой откачных скважинах, г/л; $Q_{1}_{\Pi P}$, $Q_{2}_{\Pi P}$... $Q_{n}_{\Pi P}$ объем продуктивных растворов, добытых с 1-ой, 2-ой... п-ой откачных скважин, M^3 .

Среднемесячную концентрацию серной кислоты в ВР ($C_{H_2SO_4}^{BP}$) вычисляют, исходя из среднесуточных концентраций серной кислоты по закачным скважинам и объёма выщелачивающих растворов, поданных в закачные скважины:

где n — количество скважин; концентрация серной кислоты в выщелачивающих растворах, поданных в 1ую, 2-ую...n-ую закачные скважины, г/л; $Q_{1_{BP}}$, $Q_{2_{BP}}$... $Q_{n_{BP}}$ — объем выщелачивающих растворов, поданных в 1-ую, 2-ую... п-ую закачные скважины, M^3 .

Расход серной кислоты, поданной за определённый период времени, определяют как разность весовых количеств серной кислоты, закаченной в блок, участок, ячейку с ВР и откаченной из блока с ПР:

$$Q_{H_2SO_4} = Q_{BP} i C_{H_2SO_4}^{BP} - Q_{\Pi P} i C_{H_2SO_4}^{\Pi P}$$

 $Q_{H_2SO_4}$ – количество поданной в блок, участок, ячейку 100% серной кислоты за определённый период, кг; $Q_{\rm BP}$ и $Q_{\rm \Pi P}$ – количество поданных в блок, участок, ячейку ВР и добытых из блока, участка, ячейки ПР

за определённый период, м³; $C_{H_2SO_4}^{BP}$ и $C_{H_2SO_4}^{\Pi P}$ — концентрация серной кислоты в ВР и ПР, г/л.

Рассчитанный расход кислоты должен соответствовать реальным показаниям расходомеров.

Для всех расчётов используется концентрация серной кислоты, равная 100%. Чтобы пересчитать количество серной кислоты, содержащееся в техническом продукте (чаще всего -92,5%), пользуются формулой:

$$Q_{H_2SO_4}^{100\%} = Q_{H_2SO_4}^{92,5\%} \dot{c} \, 0,925$$

$$Q_{_{H_2SO_4}}^{92,5\%} = Q_{_{H_2SO_4}}^{100\%} / 0,925$$

Удельный расход серной кислоты на 1 килограмм добытого урана рассчитывается по формуле:

 $q_{H_2SO_4} = \frac{\sum Q_{H_2SO_4}}{\sum P_U} \; ;$

где $\sum_{H_2SO_4} Q_{H_2SO_4}$ — суммарное количество серной кислоты, поданной в блок, участок, ячейку, кг; $\sum_{U} P_{U}$ — суммарное количество добытого урана из блока, участка, ячейки, кг.

Удельный расход серной кислоты на 1 тонну ГРМ рассчитывается по формуле:

 $d_{H_2SO_4} = \frac{\sum Q_{H_2SO_4}}{\Gamma PM} \quad : \quad$

где $\sum_{H_2SO_4}$ — суммарное количество серной кислоты, поданной в блок, участок, ячейку, кг; ΓPM — горнорудная масса блока, участка, ячейки, тонн.

Добытый уран из недр определяется как количество урана, полученного в ПР за определённый период за минусом урана, закаченного в блок, участок, ячейку с ВР:

$$P_U = Q_{\Pi P} \cdot C_U^{\Pi P} - Q_{BP} \cdot C_U^{BP} \quad .$$

где $Q_{\Pi P}$ и Q_{BP} — количество продуктивных растворов, добытых из блока, участка, ячейки и количество поданных в блок, участок, ячейку выщелачивающих растворов, м³; $C_{H_2SO_4}^{\Pi P}$ и $C_{H_2SO_4}^{BP}$ — концентрация урана в продуктивных и выщелачивающих растворах, г/л.

Сумма добытого из всех блоков урана $\sum_{U} P_{U}$ должна быть равна сумме отгруженного (упакованного) в контейнера урана и урана, находящегося в аппаратах перерабатывающего комплекса (так называемое НЗП — незавершенная продукция):

 $\sum P_U = U_{\Gamma\Pi} + U_{H3\Pi}$

где $U_{\Gamma\Pi}$ — количество урана, выгруженного в контейнера, кг; $U_{\Gamma\Pi}$ — количество урана, находящегося в НЗП, кг.

Извлечение урана определяют как отношение суммы добытого из блока, участка урана к имевшимся на начало отработки запаса блока, выраженное в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\sum P_U}{P} \cdot 100\%$$

где $\sum P_U$ — сумма добытого из блока, участка урана, кг; P — запасы урана в блоке, участке, кг.[1]

5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОПТИМИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ УРАНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРКОЛЬ

Современные технологии воздействия на призабойную зону пласта (ПЗП) с целью улучшения (или восстановления) фильтрационных свойств горнорудной массы (ГРМ) в этой зоне является частью технологического цикла вскрытия и освоения месторождения урана. Известно, что цикл освоения состоит ИЗ проектирования разработки блоков, выщелачивания урана из ГРМ. В процессе освоения геологических блоков подземного сернокислотного выщелачивания методом естественная проницаемость пород призабойной зоны из-за загрязнения ее карбонатом песком, глинами, кальция ИЛИ магния, одновременно содержащие соли железа и марганца.

Анализ применяемых методов PBP на руднике «Ирколь»

С целью восстановления или увеличения проницаемости пород призабойной зоны применяют различные методы воздействия при ремонтновосстановительных работах (РВР) делящиеся на: физические, химические, комбинированные. Выбор метода РВР зависит от гидрогеологических условий, технологией бурения, конструкцией скважины, фильтра и других факторов. Эффективность проведения РВР увеличивается при условий, что продуктивный горизонт обладает высоким напором пластовых вод и представлен устойчивыми породами без пропластков глины, с крупным и среднезернистым песками, гравием и галечником.

Физический - гидродинамический метод регенерации скважины (эрлифтная прокачка, пневмоимпульсная обработка, промывка, свабирование, поршневание) основан на удалении твердых и мелкодисперсных, пастообразных с малой прочностью частиц из пласта и препятствующие фильтрации растворов.

Химический метод PBP (реагентные обработки) основан на взаимодействии химических В пласт c вводимых реагентов кольматирующими образованиями, растворением их и удаляемые ИЗ скважины обычно путем откачки.

В комбинированных методах PBP (импульсно-реагентныые) импульсы сжатого воздуха в растворе химических реагентов воздействуют на кольматирующие пласт элементы.

Эрлифтная прокачка — метод восстановления производительности скважин заключающийся в создании изменяющейся по величине депрессии на водоносный горизонт насыщением воздухом (воздушно-водяная смесь), находящейся в стволе скважины жидкости, вызывающий приток воды из пласта в скважину, в результате чего происходит очистка поверхности фильтрации пласта и фильтра с последующим выносом осадкообразований на дневную поверхность [3,4]. Прокачка скважин эрлифтом, как правило, применяется для устранения последствий механической кольматации фильтров и составляет обязательную завершающую часть ремонтновосстановительных работ при применении других методов восстановления

производительности скважин, таких как пневмоимпульсная, химическая, гидровибрационная обработка, для выноса на поверхность разрушенного кольматационного материала и песка.

Подбор эксплуатационных блоков для проведения экспериментальных работ на скважинах с применением химического комплекса реагентов многофункционального назначения

Эксплуатация скважин в условиях ПСВ урана, как и на других подобного профиля, предприятиях сопряжена cрядом факторов затрудняющих темпы добычи продуктивных растворов выщелачивающих растворов в рудоносные горизонты. Одним из таких факторов является так называемый эффект химической кольматации прифильтровой зоны и фильтра откачной скважины. При химической кольматации нерастворимые соли алюминия, железа, кальция, магния и т.д. выпадают в осадок при росте рН показателя в продуктивных растворах по мере их продвижения по рудоносному горизонту и закупоривают поры в песке. Закупорка пор влечет за собой снижение фильтрации раствора и падение дебита скважины. Для решения этой проблемы применяются различные способы декольматации, самым распространённым из них является химическая обработка прифильтровых зон скважин крепкими растворами соляной кислоты. Данный способ применяется на всех откачных скважинах где проявляются признаки химической кольматации, к тому же он является наиболее удобным и дешёвым.

Подбор технологических блоков для проведения экспериментальных работ на скважинах с применением химического комплекса реагентов многофункционального назначения осуществлялся специалистами рудника «Ирколь». Данная работа включала анализ производительности технологических блоков и определение участков с значениями отработки отстающими от проектных. Сниженные значения содержания урана в ПР, пониженная приемистость и производительность технологических скважин приводит к снижению темпов добычи всего эксплуатационного блока. В таблице 1 приведены краткие эксплуатационные данные блоков для проведения экспериментальных работ.

Таблица 1 – Краткие данные отработки эксплуатационных блоков

Nº п/п	№ блока	Вскрытые запасы , т	Площадь, м2	геологическ ий блок	Вывод в эксплутацию	Извлечено, %	ж/т
1	13	27,708	17063	1-17-C1	09.07.2014 г.	76.0	1.73
2	11-10	80,743	22200	1-16-C1	16.04.2014 г.	81.5	2.55
3	11-5-2	108,12	23425	1-16-C1	01.05.2013 г.	55.9	1.46
4	22-1	226,4	23052	2-2-C1	18.09.2015 г.	89.4	2.14
5	9-2-2	99,369	37563	3-1-C1	01.11.2010 г.	70.6	5.49
6	5-1	307,084	50138	1-12-C1	01.12.2008 г.	57.6	2.77
7	5-2	161,586	28250	1-12-C1	01.02.2009 г.	85.7	4.88

По результатам анализа геотехнологических параметров отработки блков специалистами рудника «Ирколь» для проведение ОПИ были выбраны эксплуатационные блоки № 5-1, 5-2, 13-3,11-5, 11-10, 22-1, 9-22. Из таблицы 1 видно, что эксплуатационные блоки № 22-1; 5-2; 11-10 отработаны на 89,4%; 85,7%; 81,5%, однако данные высокие значения извлечения урана из блока не соответствуют проектным временным значениям отработки. Извлечение урана из блоков №13; 9-2-2 составляет 76% и 70,6% соответственно при низком значении Ж/Т (1.73) на блоке №13 и высоком значении Ж/Т (5,49) на блоке 9-2-2. Гораздо меньшие значения извлечения урана из блоков №5-1; 57,6% 55,9% 11-5-2; отработанные на И на момент проведения экспериментальных работ.

Недостаточная интенсивность отработки эксплуатационных блоков напрямую зависит от работы геотехнологических скважин вскрывающие урановые оруденение. В целях интенсификации отработки эксплуатационных блоков были отобраны технологические скважины для проведения экспериментальных работ с низкими значениями содержание урана в ПР и низкой производительностью по ПР. Для проведения экспериментальных работ по интенсификации отработки технологических блоков были отобраны 10 скважин в данных блоках. В таблице 2 приведены геотехнологические параметры откачных скважин.

Из кратких геотехнологических параметров скважин видно, что значения содержание урана в ПР подобранных эксплуатационных скважинах перед проведением экспериментальных работ не превышали 11-24 Мг/л, что не позволяет производить эффективную отработку блоков.

Таблица 2 – Геотехнологические параметры скважин

Nº π/	$/$ скважин $\left \begin{array}{c} MC M \\ 0/0 \end{array} \right $ сква	Тип скважин		рвал тров	Ме, Мг/	pН	Дебит	Примечание	
п	ы	%	ы	ОТ	до	Л	•	м3/ча с	•
1	13-3-086	0,21 7	отк.	510, 7	518, 3	23	1,75	3,5-4	малодебитная , малометальна я
2	11-10-186	0,19	отк.	480, 3	485, 6	20	2,22	3-5	малодебитная , малометальна я
3	11-5-566/ 1	0,19 7	отк.	478, 2	482	24	2,45	5-6	малодебитная , малометальна я
4	22-1-1- 11a/1	0,24 6	отк.	350, 5	355, 9	111	1,7	4-4,5	малодебитная , малометальна я
5	9-2-6a	0,75	отк.	513,	523,	12	1,98	8-10	малодебитная

		2		4	3				, малометальна я
6	5-306	0,22 7	отк.	463, 9	469, 6	11	3,67	5-6	малодебитная , малометальна я
7	5-286	0,18	отк.	453, 9	463, 6	19	2,39	5-6	малодебитная , малометальна я
8	5-22a	0,17 9	отк.	443, 7	451, 4	8	1,78	5-6	малодебитная , малометальна я
9	5-636	0,91 6	отк.	467, 4	473	10	2,2	5-6	малодебитная , малометальна я
10	5-12в	1,05 9	отк.	429, 7	439, 7	12	1,57	5-6	малодебитная , малометальна я

Содержание урана 19-23 Мг/л и рабочие значения рН (1,5-1,8) в ПР свидетельствуют о низкой кинетике растворения урановых минералов в продуктивном горизонте. Повышенные содержание Fe^{2+} в пределах 800 -1000 Мг/л и низкое содержание Fe3+ в пределах 112 – 220 Мг/л в сочетании с низкими значениями ОВП в ПР подтверждают данное утверждение. Выбор откачной скважины №22-1-1-11а/1 с содержанием урана в 111 мг/г и рН в 1,7 в ПР для проведение экспериментальных работ было обусловлено низкой производительностью скважины и безрезультатностью традиционных методов РВР. Эксплуатация блоков с низким содержанием урана в ПР и производительностью скважин удлиняет период отработки низкой технологического блока. Это приводит к увеличению эксплуатационных расходов на добычу урана и переработку ПР. Основные причины повышений эксплуатационных расходов образуются вследствии повышении расхода серной кислоты при выщелачивании урана и других химических реагентов при переработке ПР с низким содержанием урана, а также при частых РВР скважин с низкой производительностью. Для повышения содержания урана и ОВП в ПР необходимо подобрать и разработать эффективные параметры химических реагентов многофункционального комплекса применения назначения.

В разработанной программе приведены параметры подачи химических реагентов в продуктивный горизонт и параметры мониторинга геотехнологических параметров скважин для определения эффективности применения химического комплекса реагентов многофункционального

назначения при ПСВ урана. Частые проведение РВР традиционными методами не давали существенного результата. Низкая производительность скважины и нестабильная работа скважин после РВР обусловлена сложностью структуры и неоднородностью продуктивного горизонта. В результате низкой производительности скважин и недостаточного содержания урана в ПР выбранные скважины не работали длительное время.

Комплекс химических реагентов для регенераций скважин и повышение содержания урана

Нами рассмотрено применение бифторида аммония в сочетании с минеральной кислотой и ПАВ при регенерации геотехнологических скважин. Глинкислотные ванны предназначены для очищения фильтра скважины от загрязняющих и закупоривающих материалов: глинистого раствора, частичек цементного камня, продуктов коррозии металла и др. Использование кислотных ванн в геотехнологической практике при освоении скважин, вскрытых блоков с повышенной карбонатностью и глинистостью продуктивного горизонта, обеспечивает дальнейший приток из пласта, достаточный для освоения без кислотной обработки. Обработка кислотой фильтра скважины дает возможность получить информацию и уточнить очередность проведения работ по их взаимодействию на пласт.

Применение бифторидного комплекса при воздействии на ПЗП с целью интенсификации притока получили широкое распространение. Данные методы базируются на свойстве горных пород вступать во взаимодействие со многими химическими веществами, а также на свойстве некоторых химических фаз влиять на поверхностные и молекулярно-капиллярные связи в поровом пространстве пород.

Широкое применение методов химического влияния в промысловой практике разных районов способствовало появлению различных технологических схем осуществления этих процессов. Схемы отличаются преимущественно рецептурами, темпами и объемами нагнетания, давления, использование дополнительных параметров для стимулирования действия химических веществ.

Кислотный раствор, а также кислоты, образовавшиеся во время химической реакции, вступают во взаимодействие с другими веществами. Например, обработка глинокислотой, т.е. смесью фтористоводородной и соляной кислот породообразующих алюмосиликатов и растворение кварца обусловливает образование растворимых солей кремния фтористоводородной кислоты, хлористых и фторидных солей металлов, кремниевой кислоты. Кремневая кислота в кислой среде преимущественно находится в виде геля, но при достижении определенной концентрации или вследствие полной нейтрализации может превратиться в состав, крепко закупоривающий поровое пространство пласта.

Технологические схемы осуществления процесса обработки пластов глинокислотой не отличаются от схем солянокислотной обработки. К

особенностям некоторых процессов принадлежит проведение вначале кислотной обработки, а потом обработки глинокислотой. Кислотная обработка, растворяя карбонатные материалы, способствует более эффективному использованию глинокислоты и предотвращает образования геля кремниевой кислоты.

Вместо фтористоводородной кислоты используют одно из ее соединений – бифторид аммония NH4HF2.

Смесь соляной кислоты и бифторида аммония взаимодействует с алюмосиликатами и кварцем так же, как смесь HF и HCl.

Выбор бифторида аммония для воздействия на кольматанты, обусловлен его способностью к реакции обмена с минеральными кислотами (серная, соляная, азотная кислоты) и образованию плавиковой кислоты.

NH4HF2 + HAn = NH4An + HF, где – HAn (H2SO4; HCl; HNO3).

Плавиковая кислота, образуемая в результате реакции, с легкостью взаимодействует с алюмосиликатами и кремнистыми соединениями, являющихся составной частью рудовмещающих пород и кольматирующих осадков:

результате происходит растворение как кольматанта, так и части терригенной составляющей песков, в целом увеличивая эффективную пористость массива рудного блока. При этом плавиковая кислота полностью утилизируется за счет большого количества кварца, содержащегося в песках. Результаты лабораторных исследований свидетельствует о возможности использования бифторида аммония в качестве добавки в раствор серной эффективного проведения химических обработок кислоты ДЛЯ технологических скважин. Последние годы расширился ассортимент реагентов, используемых для химических обработок. Применение смеси бифторидного комплекса различными ПАВ В сочетании c интенсификаторами позволяет улучшить условия притока флюидов из пласта в скважину. Производственная практика свидетельствует, что пласты целесообразно обрабатывать с использованием бифторидного комплекса.

По результатам анализа информации минералогического и гранулометрического составов керна участка «Ирколь», из широкого спектра химических реагентов на основе прошлых опытов для ускорения процесса интенсификации и максимального извлечения урана в качестве химических реагентов многофункционального назначения были подобраны следующие основные реагенты синергетического действия:

Бифторид аммония (NH4F*HF+NH4F)(БФА) - существует в виде бесцветных кристаллов, легко и быстро растворимых в воде, хорошо впитывающих влагу (аммоний фтористый кислый нельзя хранить в условиях повышенной влажности), его кислотность в пересчете на плавиковую кислоту составляет 25%, плотность реагента 1,27 г/см3. Реагент БФА особенно удобен в труднодоступных районах, т.к. может храниться и

транспортироваться обычными методами. БФА поставляется в полиэтиленовых мешках, вложенных в четырех- пятислойные бумажные мешки, массой не более 36 кг. БФА хранят в крытых складских помещениях, предохраняя от попадания влаги. Продукт токсичен. При концентрации в воздухе выше предельно-допустимой нормы (0,2 мг/м³) может вызывать нарушение деятельности центральной нервной системы, заболевания костных тканей, глаз кожных покровов. В ПСВ урана успешно 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 дебет скважин. [9]

На рисунке 5 показана предлагаемая установка«УОС»№4.

Химические способы проведения PBP при помощи установки «УОС»№4 осуществляются следующими методами:

- 1) Химический способ восстановления производительности скважин заключается в подаче специальных химических растворов в фильтровую колонну и прифильтровую зону для растворения кольматирующих образований;
- 2) 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;
- 3) Реагентная обработка технологических скважин проводится после проведения ремонтно-восстановительных работ по удалению песчаных пробок, промывки фильтровой колонны и отстойника, эрлифтной прокачки скважины.

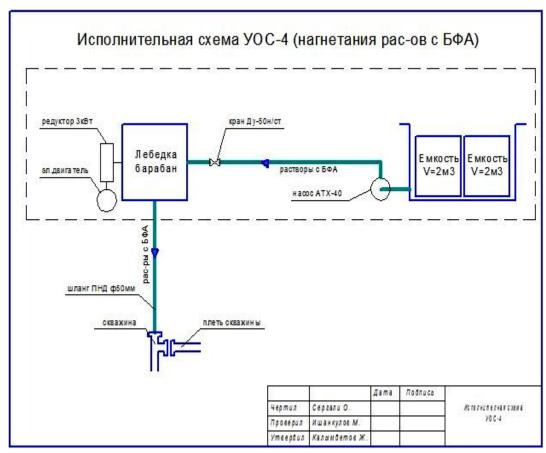


Рисунок 5 - Схема установки УОС-4

Технические характеристики оборудование:

Предназначена для очистки фильтровой колонны от песчаных пробок и материалов механической кольматации. Оборудование установки смонтировано на автомобильном прицепе.

Технические характеристики установки «УОС» №4 и телеги БФА приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика установки «УОС» №4

Наименование параметра	Ед. измер.	Величина
Шасси КамАЗ-43118 (колесная формула 6х6), прицеп ЗПТС-12	ШТ.	1
Глубина обслуживания скважин	M	700
Лебедка для намотки полимерной трубы	кН	Однобарабанная с гидравлическим приводом 30
Тяговое усилие	м/мин	0-26
Скорость подъёма (спуска)	M	800
полимерной трубы		
Ёмкость барабана	M^3	4

Перекачивающий насос		
Рабочая среда	г/дм³ (%)	Водный раствор серной кислоты
Концентрация	г/с м ³	20 (2)
Ph		1,5
Плотность		1.ОЗг/см³
Температура раствора	градусов Цельсия	30
Циркуляционная ёмкость		Две ёмкости из полимера объёмом 2 м ³ смонтированная на шасси прицепа.
Объём ёмкости	M^3	4
Электронасосный агрегаты		Перекачивающий насос

Приготовление растворов для проведения кислотных обработок скважин, меры безопасности и охрана окружающей среды

Приготовление растворов и обработка скважин химическими веществами должны производиться в соответствии с инструкцией по работе с сильнодействующими едкими веществами (кислотами, щелочами, реагентами, растворами солей) и применению H2SO4 для восстановления дебита скважин.[10]

Способ приготовления: Приготовление бифторидного комплекса с серной кислотой необходимо производить в пунктах заправки и приготовления кислотных растворов для передвижных химических обработок:

- а) в емкости для химических обработок заливают ВР с серной кислотой концентрации не более 5-10%;
- б) засыпают бифторид аммония по 25-50 кг/куб в емкости с ВР и серной кислотой. Рецептура бифторидного комплекса содержит не более: 5-10%. минеральной кислоты (HCl, H2SO4); 2-5% бифторид аммония, остальное вода или ВР;
- в) приготовленный раствор транспортируется на скважину в передвижной установке для химической обработки, из которого под наливом или собственным насосом раствор кислоты закачивается в пласт.

Работы по реагентной обработке технологических скважин относятся к работам в условиях повышенной опасности и выполняются только по специальному «Наряду на производство работ с повышенной опасности» с соблюдением требований «Инструкции о порядке производства работ с повышенной опасности по наряду».

По результатам предварительных экспериментов подобраны составы и концентрации химических реагентов многофункционального назначения для ослабления эффекта химической кольматации и разглинизации. Концентрации выщелачивающих растворов и химических реагентов для тестовых испытаний приведены в таблице 4.

Состав И концентрация комплекса химических реагентов многофункционального назначения подбираются индивидуально технологической технологического блока И скважины, зависимости технологических характеристик скважин и блока. В настоящий момент подобраны скважины, отключенные по регламенту по причине содержания, а также блоки с высокой карбонатностью глинистостью. Под эти параметры подходят блока 13, 11-10, 11-5-2, 22-1, 9-2, 5-1, 5-2.

Таблица 4 – Концентрации декольматирующих растворов и химических реагентов

№ опыта	Выщелачивающий раствор H_2SO_4 10 г/дм ³ , концентрация химических
	реагентов
	раствор САК (сульфаминовая
1	10% кислота)
2	10% раствор ЛСТ (лигносульфанат)
3	5% САК и 5% ЛСТ
4	$H_2SO_4 10 \ \Gamma/дм^3$
5.	6-8% раствора хлорида железа

Проведение опытно-промышленных испытаний геотехнологических скважин рудника «Ирколь» с применением химического комплекса реагентов многофункционального назначения

Выявлено, что основной причиной низкого содержания урана в ПР на «Ирколь» является низкая кинетика растворения урановых минералов в продуктивном горизонте. Низкая производительность откачных скважин и приемка закачных обусловлена глинизацией скважин и химической кольматацией, которая подразумевает под собой нарастание кристаллов гипса на фильтровую колонну с последующим снижением дебита из строя скважины. Глинизация скважины выходом кольматация имеет необратимый характер и наблюдается как внутри полигона ПСВ, так и за его пределами в зоне, доступной воздействию потоков сернокислых растворов. Полнота взаимодействия карбоната кальция и глинистых минералов с серной кислотой зависит от степени его дисперсности. В тех случаях, когда он входит в состав алеврит-глинистой хорошо проницаемых песчаных отложений, как происходит полное его взаимодействие с раствором H2SO4. Часть CaCO3, составляющей песчаную и более крупные фракции, обычно не успевает целиком прореагировать за время проведения подземного выщелачивания на участке. Этому способствует формирование непроницаемых гипсовых пленок, особенно вокруг массивных карбонатных образований прослоев отдельных включений, И линз, которые препятствуют взаимодействию кислоты с остаточными карбонатами. Подготовка и проведение ОПИ осуществлялись на технологических скважинах с низкой производительностью и содержанием урана в ПР, отобранные специалистами рудника «Ирколь». Подготовка к проведению ОПИ включала выполнение работ по соединению откачной скважины с трубопроводом ВР для подачи и отдавливания химических реагентов в продуктивный горизонт методом пушпул. Для проведения экспериментов по улучшению проницаемости рудовмещающих пород и по освоению технологических блоков составлена рецептура декольматирующих растворов с применением химических реагентов многофункционального назначения.

Для устранения осадкообразования гипса, применяется емкость для приготовления декольматирующего раствора на основе 2-4 % бифторида аммония. При помощи установки промывки скважины с удлиненным рукавом серная кислота с добавлением бифторида аммония подается прямо на фильтровую колонну. Применение бифторидного комплекса должно быть обоснованным для регенерации скважин. Применение бифторидного комплекса при регенерации скважины – химический способ восстановления производительности скважин заключающийся в подаче специальных химических растворов в фильтровую область и прифильтровую зону для растворения кольматирующих образований.

Реагентная обработка скважин применяется на участках работ характеризующихся сильной химической кольматацией и в случаях, когда классические 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, эрлифтной прокачки скважины.

После применения бифторидного комплекса необходимо прокачивать скважины передвижной компрессорной установкой XRVS.

Для проведения работ по приготовлению и закачке кислот наливным способом необходимо следующее оборудование:

- а) платформа передвижная с гибким рукавом для соединения со скважиной;
- б) химически стойкие емкости из пластика (евро куб) 6 шт., соединенные между собой трубами.

При принудительной подаче бифторидного комплекса необходимо применять дополнительное оборудование:

- а) центробежный насосный агрегат из коррозионностойкого материала (пластика) требуемой производительности.
- б) лебедка с электроприводом, гибкий рукав для подачи растворов химических реагентов в область фильтров.

Для увеличения приемистости блока и проведения ОПИ необходимо определить эффективный способ доставки химических реагентов синергетического действия в продуктивный горизонт. Оценить влияние химических реагентов на геотехнологические параметры закачных и откачных скважин (изменение рН, ОВП, концентрации Ме в ПР), что

позволит определить эффективность химических реагентов многофункционального назначения для интенсификации процесса ПСВ урана.

Для определения эффективного способа подачи комплекса химических реагентов многофункционального назначения в продуктивный горизонт, и его воздействия на геотехнологические параметры, было решено подавать комплекс химических реагентов через сеть нагнетательных и откачных скважин. Также для облегчения выполнения ОПИ и последующего проведения мониторинга геотехнологических параметров было решено разделить работы на два этапа, каждый этап включал обработку пяти добывающих и близлежащих нагнетательных скважин.

Номера скважин и период подачи химических реагентов первого и второго этапа приведены в таблицах 9-10 соответственно, где указаны количество и вид подаваемого реагента в определенную скважину.

Столбик дата запуска в закачной режим подразумевает дату начала подачи химических реагентов и ВР в скважину для расчета растекания от фильтра скважины. На основе гидрогеологических характеристик рудовмещающего горизонта теоретически рассчитаны радиус растекания ВР с химическими реагентами многофункционального назначения от 21 м до 28 м. Для полного охвата площади взаимодействия химических реагентов обработанные скважины поставлены на отдавливание ВР начиная с 14.09.2018 г. на первом этапе и начиная с 13.11.2018 г. на втором этапе.

Как видно из таблицы 5, на первом этапе было подано почти равное количество химических реагентов во все откачные скважины и равное количество химических реагентов во все нагнетательные скважины для последующего мониторинга и анализа эффективности влияния комплекса химических реагентов на интенсификацию ПСВ урана.

Таблица 5 – Параметры ОПИ первого этапа

№	№ скважин ы	Тип	Ме, Мг/л	pН	Примечани е	FeCl, кг	БФА, кг	САК,	ЛСТ, кг	Дата запуска в закачной режим
	13-3-086	откачная	23		малодебитн ая	40	75	50	40	14.09.2018
	13-2-09б	закачная				40	8			
1	13-3-11б	закачная				40	8			
	13-2-11б	закачная				40	8	50		
	13-3-136/ 1	закачная				40	8	50		

	11-10-18б	откачная	20	малодебитн ая	80	75	50	40	15.09.2018
	11-10-216	закачная			40	8			
2	11-9-256	закачная			40	8			
	11-9-23б	закачная			40	8	50		
	11*9-216	закачная			40	8	50		
	11-5-56б/ 1	откачная	24	малодебитн ая	40	75	50		15.09.2018
3	11-225a	закачная			40	8			
	11-227a	закачная			40	8	50		
4	22-1-1- 11a/1	откачная	111	малодебитн ая	40	75	50	60	14.09.2018
1 1	22-1-1- 10a	закачная			40	8	50		
	22-1-1- 12a	закачная			40	8	50		
	9-2-6a	откачная	12	малодебитн ая	40	125	50	60	17.09.2018
5	9-2-13a	закачная			40	8	50		
	9-2-13a	закачная			40	8	50		

Как видно из таблицы 6, на втором этапе ОПИ было решено увеличить количество химических реагентов подаваемых в откачные скважины, и уменьшить количество химических реагентов подаваемых в нагнетательные Методика обработки скважин с применением химического скважины. многофункционального комплекса реагентов назначения включала последовательную засыпку химических реагентов В скважину c продавливанием BP последующим И ежедневный контроль, приемистостью закачных скважин и производительностью откачных скважин (содержание Ме, рН, ОВП, Fe3+, Fe2+).

После обработки составом БФА, приемистость закачных скважин в среднем увеличивается до проектных значений. Акт проведение ОПИ

первого и второго этапов с указанием периода проведение экспериментальных работ приведены в Приложение В.

Таблица 6 – Параметры ОПИ второго этапа

	Таблица	<u> 6 – Парам</u>	иетры	I OH	И второго	этапа				
	№ скважин	Тип	Me,	nН	Примечание		БФА,	САК,	ЛСТ,	Дата запуска в закачной
	Ы	скважины	Мг/л	pii	приме ште	КГ	КГ	КГ	КГ	режим
1	5-12в	откачная	12	2.21	малодебитн ая	240	100	250	400	13.11.2018
	5-22a	откачная	18	2.24	малодебитн ая	320	150	200	440	13.11.2018
2	5-33б	закачная				0	25	0	0	
	5-43б	закачная				0	25	0	0	
	5-41б	закачная				0	50	0	0	
	5-28б	откачная	19	2.39	малодебитн ая	280	100	200	520	13.11.2018
3	4-15б	закачная				0	25	0	0	
	5-55б	закачная				0	100	0	0	
	5-30б	откачная	11	1.87	малодебитн ая	0	0	0	0	13.11.2018
4	5-576	закачная				0	50	0	0	
	5-59б	закачная				0	50	0	0	
5	5-63 6	откачная	18	2.37	малодебитн ая	360	600	500	600	23.11.2018
6	22-1-1- 11a/1	откачная	144	1.73	малодебитн ая	0	175	150	340	04.12.2018

Мониторинг геотехнологических параметров скважин после обработки нагнетательных скважин растворами БФА

Проектные значения производительности добычных и приемистости нагнетательных скважин эксплуатационных блоков непосредственно влияют на параметры отработки и являются одним из приоритетных условий технологии ПСВ урана. При снижении приемистости большинства нагнетательных скважин на одном блоке происходит дисбаланс растворов, при которых суммарная производительность откачных скважин превышает

общую приемистость нагнетательных скважин на блоке. Дисбаланс растворов приводит к нарушению технологии ПСВ урана и влечет за собой разубоживание ПР, снижение содержание урана в ПР и увеличение периода отработки блоков.

Для проведения восстановления приемистости нагнетательных производительность откачных скважин специалистами TOO «Семизбай-U» был разработан метод сухой засыпки БФА в устье скважины с последующей подачей сернокислотного раствора с концентрацией серной кислоты 200 г/л в объеме равный внутренней полости скважины. После производилось отстаивания скважины на 1 – 2 суток с последующей компрессорной прокачкой, после чего скважину включали работу. Результаты химических обработок по данной методики повышали МРЦ откачных скважин, однако МРЦ нагнетательных скважины повысился незначительно. Для повышение приемистости нагнетательных скважин было решено разработать методику обработки непосредственно фильтровой части скважин декольматирующими Методика обработки непосредственно фильтровой части скважин включает подачу заранее приготовленного декольматирующего раствора объемом 3 м3 в фильтровую часть скважины с последующим компрессорной прокачкой. Приготовление отстаиванием И декольматирующего раствор включает заправка в специальные емкостицистерны ВР укрепленного серной кислотой 50 г/л, загрузкой в емкости БФА 25 кг и транспортировка до технологической скважины.

Обработка предусматривает спуск трубопровода в скважину до фильтра при помощи лебедки, далее нагнетание раствора в напорный трубопровод при помощи перекачивающего насоса. После на устье скважины подают 4 м3 ВР укрепленного серной кислотой с концентрацией 50 г/л, наливным методом для продавливание декольматирующего раствора в пласт. Далее после отстаивании скважины производят компрессорную прокачку и запуск скважины в работу.

Для проведение ОПИ на геотехнологических скважинах рудника бифторид аммония, Ирколь закуплен емкости-цистерны перекачивающий насосный агрегат. Данное оборудование специалистами рудника было смонтировано и адаптированно на передвижную платформу УОC-4 проведение экспериментальных работ ДЛЯ декольматирующего раствора в фильтр скважин. Результаты мониторинга параметров до и после обработки БФА нагнетательных скважин приведены в приложении Д.

Понижение приемистости нагнетательных скважин ниже проектных до частичной остановки нагнетания ВР в продуктивный горизонт вызвано перекрывание порового пространство набуханием глин и механической кольматацией. Снизившие ниже проектных значений приемистости нагнетательные скважины подлежат обработке скважин БФА методом. мониторинга средние результатам значения нагнетательных скважин до обработки варьируются 0.8 - 0.9 м3/ч, а средний МРЦ скважин составляет 14,9 дней после компрессорной прокачки. После проведение обработок непосредственно фильтровой части скважин значения приемистости скважин восстанавливаются до проектных значений 2,0 м3/ч, при среднем МРЦ скважины более 35 дней.

Методика обработки непосредственно фильтровой части скважин с применением БФА в составе декольматирующего раствора эффективно разрушает тонкие глинистые частицы закупорившие поровое пространство. Последующая компрессорная прокачка позволяет выносить продукты реакции из фильтровой части на дневную поверхность, что влияет на повышение приемистость скважины на длительное время.

Практические рекомендации по применению бифторидного комплекса в качестве химических реагентов при проведении РВР

Ремонтно-восстановительные работы в скважинах выполняются с производительность целью восстановить проектную откачных И скважин, закачных которая приемистость снизилась В результате осадкообразований в фильтре и прифильтровой зоны пласта до критически минимального уровня. Основное влияние на снижение производительности и приемистости скважин оказывает набухание глинистых минералов и перекрыванию порового пространства. Понижение рН в продуктивном горизонте влечет растворение алюмосиликатов, которые при выпадении в осадок образуют геохимический барьер. Образованный геохимический барьер создает непроницаемые 30НЫ, В которые не проникает выщелачивающий раствор, в результате чего затрудняется выщелачивание урана. Комплекс химических реагентов многофункционального назначения включает реагенты позволяющие диспергировать набухшие глинистые минералы и разрушать геохимический барьер. Уменьшение набухание глин и растворение осадков позволяет В значительной мере увеличить проницаемость продуктивного горизонта, что обеспечивает достаточную выщелачивания продуктивном горизонте интенсивность урана В повышенной глинистостью.

Также оказывает влияние и пескование в фильтре, которое обычно повышается в период закисления пластов. Песок в фильтре может частично остаться и после проведения откачек в период освоения скважин.

Попадание пластового песка в зону фильтра закачной скважины происходит в основном тогда, когда производительность закачки раствора мала (0,5-1,2 л/с). Длина фильтра и его пропускная способность по сравнению с расчетными данными завышены в 2 и более раз, из-за неправильного подбора типа фильтра и его параметров (величины и формы приемных отверстий). Причину запескованности фильтра можно объяснить тем, что во время подачи в пласт выщелачивающих растворов последние растворяют некоторые минералы и цементные связующие в песках, прилегающих к фильтру.

Отмытый чистый тонкозернистый песок, расположенный около фильтра, где нет фильтрационного подпора, обрушаясь, попадает в полость

фильтра и со временем заполняет ее. По мере заполнения нижней части фильтра выщелачивающий раствор в пласт попадает только через верхнюю зону фильтра, что приводит к неравномерному охвату рудных тел растворителем и, как следствие, к оставлению неотработанных целиков в районе закачных скважин. Механическая кольматация происходит по следующим причинам: суффозия мелких частиц, кольматация развивается в песчаных отложениях в результате суффозии взвешенных частиц. Для обработки выбираются блока, фильтровая колонна скважин которых находится в тонко- и мелкозернистых песках. Причиной выхода из строя этих скважин является запесочивание фильтра. Комплекс химических реагентов для воздействия механической кольматации готовится на основе бифторида аммония и связующих реагентов.

мониторинга геотехнологических параметров показали видимый прирост содержание урана в ПР и производительности скважин после проведение экспериментальных работ. Значения среднего содержания урана в ПР из скважины №13-3-08б до обработки составлял 23 мг/л при производительности скважины в 3,5-4 м³/ч. После проведения комплекс мероприятий по интенсификации подземного выщелачивания урана содержание и запуска технологической скважины в работу содержание урана постепенно увеличилось до 41 мг/л и повышением производительности скважины до 8 м³/ч. Результаты опробования скважины №11-10-18б до и после проведения экспериментальных работ показывают повышение содержание урана в ПР с 20 мг/л до 35 мг/л после обработки скважины, и повышение производительности скважины с 3-5 м³/ч до 10 м³/ч. Значения опробования ПР эксплуатационной скважины №11-5-56б/1 до проведения ОПИ показывают наличие урана

ПР на уровне 23 мг/л, при производительности в 5-6 м³/ч. После проведения комплекс мероприятий производительность скважины увеличилась до 12 м³/ч, а содержание урана в ПР повысилось до 52 мг/л. На скважине №22-1-1-11а/1 до проведение ОПИ содержание урана в ПР составляло 111 мг/л при производительности 4-4,5 м³/ч.

После подачи комплекса в продуктивный горизонт и запуска скважины в работу произошло увеличение содержание урана до 144 мг/л. Однако производительность скважины не увеличилась и составила 5 м³/ч. Геотехнологические значения до и после проведения ОПИ скважины №9-2-6а свидетельствуют о повышении урана в ПР с 12 мг/л до 32 мг/л, однако увеличении производительности скважины не наблюдалось. Экспериментальные работы направленные на интенсификацию процессов выщелачивания урана на скважинах №5-306, 5-286, 5-22а, 5-636, 5-12в показали значительное повышение производительности скважин с 5-6 м³/ч до 10 м³/ч. Однако опробования ПР показали незначительное увеличение содержание урана в ПР с 8-19 мг/л до 15 мг/л.

Методы интенсификации работ эксплуатационных скважин с низкой производительностью основаны на применение комплекса физико-

химических работ. Комплекс работ включает подачу значительного объема химических реагентов в продуктивный горизонт, продавливание выщелачивающим агентом на необходимое расстояние в продуктивном горизонте. После продавливания химических реагентов в технологические скважины, проведение компрессорной прокачки и запуск скважины работу. Высокой эффективностью диспергирования и растворения геохимического барьера в виде глинистых частиц и прочих осадкообразований в продуктивном горизонте обладает плавиковая кислота.

Экономический расчет

Себестоимость проведения РВР на одной скважине составляет 65 000 тг.

Потребность проведение PBP (традиционным методом) - 60 скважин в месяц при МРЦ 15-20 суток.

Ежемесячные затраты на PBP = $65\ 000\ x\ 60 = 3\ 900\ 000\ Tr/месяц.$

После применения УОС-4 потребность проведение РВР составила 30 скважин в месяц при МРЦ 45-65 суток.

Эффективность проведение PBP на скважинах увеличиласть с 20 до 60 суток Ежемесячные затраты на PBP 65 000 x 30= 1 950 000 тг/месяц

Экономия за месяц эксплуатации: 1 950 000 тг/месяц.

Экономия в год составило 1 950 000 x 12 = 23 400 000 тг/год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе изучения геологических данных был выработан комплекс мер по борьбе с кольматацией. Предложенная установка скважин (УОС-4) позволила увеличить проницаемость закольматированных продуктивных горизонтов и повысить производительность работы в 2 раза. Кроме того, приготовленный раствор с БФА в прифильтровую зону может подаваться без лишних потерь декольматационного раствора. Помимо этого установка позволила экономить время на проведение PBP.

По результатам анализа геотехнологических параметров отработки эксплуатационных работы блоков И технологических скважин месторождения «Ирколь» были подобраны химические реагенты для интенсификации извлечения урана из недр. Химические реагенты входящие комплекс многофункционального назначения были опробованы геотехнологических скважинах эксплуатационных блоков целью определения их эффективности на интенсификацию ПСВ урана. В состав многофункционального назначения входят следующие комплекса реагенты: бифторид сульфаминовая кислота; химические аммония, лигносульфонат; хлорид железа (III).

Проведение ОПИ включало выполнение работ по подготовке эксплуатационных скважин, подача комплекса химических реагентов в скважины с последующим продавливанием их выщелачивающим раствором в продуктивный горизонт на расчетный радиус растекания от фильтра скважины. Далее отстаивание скважины и компрессорная прокачка для последующего запуска скважины в добычу и проведение мониторинга геотехнологических параметров. Согласно программе испытаний обработка скважин с применением комплекса включает подачу химических реагентов в откачные скважины и продавливание их ВР с последующей химической обработкой нагнетательных скважин с применением БФА.

На основе результатов мониторинга геотехнологических параметров обработанных 10 откачных скважин видно, что подаваемые в откачные скважины реагенты в различной степени влияют на проницаемость пласта и содержание урана в ПР. Также было установлено, что обработка скважин комплексом с подачей ВР с укреплением серной кислотой 7 -12 г/л повышает концентрацию урана в ПР значительнее чем на скважинах где проводилась обработка комплексом без укрепления маточника серной кислотой.

Положительные результаты по продолжительности повышения содержания урана в ПР показали скважины 11-05-56б/1 и 13-3-08б, где подаваемый в продуктивный горизонт ВР укреплялся серной кислотой с концентрацией 7 – 12 г/л. На скважинах 11-10-18б, 9-2-6а, 5-30б, 5-28б, 5-22а, 5-63б, при подаче химических реагентов без укрепления маточника сорбции серной кислотой повышение урана в ПР были незначительными, однако наблюдались значительные повышение производительности скважин по ПР. Повышение содержания урана в ПР более чем на 50% от первоначального

уровня свидетельствует о эффективности применения комплекса химических реагентов в сочетании с укреплением ВР серной кислотой. Повышение проницаемости скважин и увеличение притока свидетельствует способности разглинизировать рудовмещающие породы, что способствует интенсификации ПСВ урана. Совершенствование методов интенсификации ПСВ применением химического комплекса многофункционального назначения необходимо комбинировать данные традиционными химические реагенты c методами менять концентрацию и объемы химических реагентов при обработке.

Проведенные химические обработки 34 нагнетательных скважин с применением БФА положительно отразилось на их приемистости и продолжительности бесперебойной работы. Восстановление проектной приемистости скважины до 2 м³/ч, позволяет соблюдать регламент ПСВ и баланс технологических растворов на эксплуатационном блоке. При повышении МРЦ нагнетательных скважин с 20-25 до 35-45 суток позволяет снизить очередь скважин подлежащих прокачке и уменьшить расход дизельного топлива интенсивности компрессорных обработок на 20-30%. Применение БФА при проведении химических обработок скважин повысило эффективность традиционных методов РВР в сложных горно-геологических условиях при низких МРЦ и значений приемистости.

Перечень принятых сокращений, терминов

ЛЭП – линии электропередач

ТУППР – технологический узел приема продуктивных растворов

БФА – бифторид аммония

ПСВ – подземное скважинное выщелачивание

КС – кажущееся сопротивление

ГИС – геофизическое исследование скважины

ЗПО – зона пластового окисления

СЗЗ – санитарно-защитная зона

ПР – продуктивный раствор

ВР – выщелачивающий раствор

РВР – ремонтно-восстановительные работы

КДФ – каркасно-дисковый фильтр

САБ – спасательно-аварийная бригада

ЧС – чрезвычайная ситуация

ПБ – промышленная безопасность

ГТП – геотехнологический полигон

ОТ – охрана труда

РБ – радиационная безопасность

ООС – охрана окружающей среды

Список использованной литературы

- 1 Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на рудниках Казахстана. Алматы, 2001.
- 2 Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: учеб. пособие / В.Г. Язиков, ТПУ, 2014.
- 3 Отчёт о поисково-оценочных работах на флангах месторождения Ирколь за 1982-1985 г.г. с оценкой прогнозных ресурсов урана по состоянию на 01.01.1986 г. Исполнитель ГРЭ № 23 ПГО «Краснохолмскгеология», г. Ташкент, 1986 г.
- 4 Постановление № 94 от 04 мая 2006 г. Акимата Кызылординской области «О предоставлении товариществу с ограниченной ответственностью «Горнорудная компания» права временного возмездного землепользования (аренды) на земельный участок для добычного полигона урана на месторождении Ирколь в Шиелинском районе.
- 5 Отчёт о геологоразведочных работах на месторождении Ирколь за 1975- 1985 г.г. Подсчёт запасов. Исполнитель ГРЭ № 23 ПГО «Краснохолмскгеология», г. Ташкент, 1986 г.
- 6 Отчёт о научно-исследовательской работе по договору 111 НАК по теме: «Разработка и внедрение типового технического регламента проведения РВР по Программе «Оптимальная скважина». Алматы 2003.
- 7 Рабочая программа на добычу урана на месторождении Ирколь. Разработчик – ТОО «Горно-экономический консалтинг», г. Алматы, 2005 г.
- 8 Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых Республики Казахстан подтверждает, что запасы месторождения Ирколь утверждены ГКЗ СССР и числятся на Государственном балансе по состоянию на 01.01.2004 г. Экспертное заключение № 200 от 04.01.2005 г.
- 9 Протокол ТОО «Горнорудная компания» № 105 от 24.01.2006 г. технического совещания по проектированию Рудника «Ирколь».
- 10 Рабочий проект «Промышленная разработка месторождения урана Ирколь (горная часть)». Разработчик ТОО «ПКО», г. Степногорск, 2006 г.
- 11 Рабочий проект «Промышленная разработка месторождения урана Ирколь (перерабатывающий комплекс)». Разработчик ТОО «ПКО», г. Степногорск, 2006 г.
- 12 ТЭО промышленной отработки месторождения Ирколь. Разработчик ТОО «Горно-экономический консалтинг», г. Алматы, 2010 г.
- 13 Планы развития горных работ на 2007-2011 г.г. по Руднику ПСВ урана месторождения Ирколь ТОО «Семизбай-U».
- 14 Технические отчёты ТОО «Семизба-U» приложениями № 1 за 2007-2011 г.г.
- 15 Технологический регламент «Проведения геофизических исследований скважин при разведке, подготовке и эксплуатации урановых

месторождений пластово- инфильтрационного типа». Алматы, 2006 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Геотехнологические параметры скважин до и после проведения ОПИ

No			Тип	Интервал	фильтров	Ме, до		Дебит до		Дебит после	Ме, после	
п/п	№ скважин	мс м%	скважины	от	до	обработки	pН	обработки, м3/час	Примечание	обработки, м3/час	обработки	pН
1	13-3-08б	0.2174	отк	510.7	518.3	23	1.75	3,5-4	малодебитная, малометальная	8	41	2.2
2	11-10-186	0.1984	ОТК	480.3	485.6	20	2.22	3-5	малодебитная, малометальная	10	35	2.15
3	11-5-566/1	0.1965	отк	478.2	482	24	2.45	5-6	малодебитная, малометальная	12	52	2.1
4	22-1-1-11a/1	0.2462	ОТК	350.5	355.9	111	1.7	4-4,5	малодебитная, малометальная	5	144	1.73
5	9-2-6a	0.7517	отк	513.4	523.3	12	1.98	8-10	малодебитная, малометальная	10	32	1.94
6	5-30б	0.2268	отк	463.9	469.6	11	3.67	5-6	малодебитная, малометальная	10	21.0	1.93
7	5-286	0.182	ОТК	453.9	463.6	19	2.39	5-6	малодебитная, малометальная	10	22	2.28
8	5-22a	0.1787	ОТК	443.7	451.4	8	1.78	5-6	малодебитная, малометальная	10	14	2.48
9	5-636	0.9157	ОТК	467.4	473	10	2.2	5-6	малодебитная, малометальная	10	12.0	2.3
10	5-12в	1.0593	отк	429.7	439.7	12	1.57	5-6	малодебитная, малометальная	10	18.0	2.24

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Параметры мониторинга дебита скважин

до и после применения БФА

№ п/п	Скважина	Тип Скважины	Прием-ть до обработки, м3/ч	МРЦ до БФА	Дата обработки	Дебит при прокачке XRVS, м3/ч	Прием-ть после обработки, м3/ч	МРЦ после БФА	Объем поданнго раствора, м3	Кис-ть, г/ л	Расход БФА, кг	Примечан ие
1	24-3-11-76	зак	0.8	21	01.01.2019	9	1.8	44	3	50	25	
2	24-4-9-146	зак	1.4	25	01.01.2019	10	4.2	38	3	50	25	
3	24-4-5-116	зак	0.2	18	02.01.2019	8.7	1.5	40	3	50	25	
4	24-4-7-156	зак	0.5	25	02.01.2019	9	1.1	51	3	50	25	
5	14-2-29e	зак	0.9	23	03.01.2019	15	1.8	60	3	50	25	
6	14-2-136	зак	1.2	15	03.01.2019	15	5.1	36	3	50	25	
7	14-2-15e	зак	0.5	23	04.01.2019	9	2.2	60	3	50	25	
8	14-2-09a/1	зак	1.1	7.5	04.01.2019	7	1.8	40	3	50	25	
9	24-5-13-56	зак	0.6	20	05.01.2019	9	2.3	32	3	50	25	
10	6-196	зак	0.9	11	06.01.2019	8	2.5	41	3	50	25	
11	6-176	зак	0.4	10	07.01.2019	6	3.6	20	3	50	25	
12	6-216	зак	0.9	12	07.01.2019	13	4.4	22	3	50	25	
13	24-4-9-76	зак	0.9	15	08.01.2019	13	2.5	47	3	50	25	
14	6-556	зак	0.5	3	08.01.2019	6	2.2	16	3	50	25	
15	6-57б/бис	зак	0.8	18	09.01.2019	7	2.2	39	3	50	25	
16	6-676	зак	1	15	09.01.2019	12	2.6	36	3	50	25	
17	5-29в	зак	1.2	10	10.01.2019	5	2.5	20	3	50	25	

18	3-236	зак	0.9	17	11.01.2019	11	3.5	32	3	50	25	
19	5-556	зак	0.9	20	11.01.2019	7	1.8	42	3	50	25	

20	6-016	зак	2.2	9	12.01.2019	10	4.3	30	3	50	25	
21	24-3-11-26	зак	1	10	13.01.2019	15	3	35	3	50	25	
22	24-5-13-9a	зак	1.7	16	13.01.2019	9	2.3	42	3	50	25	
23	11-4-19a	зак	0.9	19	14.01.2019	6	4.5	34	3	50	25	
24	11-5-156/1	зак	1	17	14.01.2019	7.3	4.8	30	3	50	25	
25	11-5-19a	зак	0.6	14	15.01.2019	5.5	4.4	27	3	50	25	
26	11-5-196	зак	0.4	21	15.01.2019	7	1.9	49	3	50	25	
27	11-5-23a	зак	0.9	21	16.01.2019	7.3	1.7	40	3	50	25	
28	11-5-31г	зак	1	13	17.01.2019	4.5	2.8	43	3	50	25	
29	11-5-29г	зак	0.4	13	17.01.2019	1.9	4.7	21	3	50	25	
30	24-6-15-86/1	зак	1.3	13	02.02.2019	11	3.4	34	3	50	25	
31	24-7-19-86	зак	1.7	9	23.03.2019	13.5	3	30	7	250	25	
32	24-6-15-96	зак	1.5	4	27.03.2019	7.5	4	18	7	250	25	
33	24-5-13-86	зак	1.3	8	10.02.2019	12.9	1.9	27	7	250	25	
34	24-5-13-126	зак	2.2	11	10.02.2019	9	2.9	20	7	250	25	
Среднее			0.99	14.90		9.03	2.92	35. 18	7	250	25	