

RESUME

The issue of oil dehydration in a preliminary water discharge unit and selection of the optimum parameters of a water separator is considered in the article. As a result of the analysis of various technologies for the collection of watered well products, it was justified to introduce a cluster water discharge in the pipe version with new technological solutions and structural elements for the Kalamkas field. Experimental and industrial studies have revealed the effect of the preparedness degree of the watered wells production to delamination in pipe end divisions of phases (pipe end phase dividers) on the quality of discharged water and the amount of residual water in the extracted oil. The field trials proved that in order to increase the efficiency of the use of TWS as a unit for dumping and preparing associated water, it is necessary to use the developed gas pre-selection devices, which allow to reduce the concentration of mechanical impurities and residual oil products by 50% at the outlet from the preliminary water discharge pipes. Completed field trials have shown that installations for cluster water discharge in a tubular version with a liquid load up to 2000 m³/day differ from capacitive analogues with small overall dimensions of the site of about 80 m², low capital investments (2,5 times lower compared to capacitive installation option); small metal consumption, justified by the lack of additional capacities necessary for the preparation of separated water.
УДК 622.276.4

Рахимов А.А., кандидат технических наук, доцент

Рахимова Л.А., старший преподаватель Кубашева И.К.,

магистрант

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Республика Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ
ТРУБ ДЛЯ ВНУТРИПРОМЫСЛОВОГО ТРАНСПОРТА ГАЗА

Аннотация

Обратная закачка газа позволяет интенсифицировать текущую добычу углеводородного сырья, увеличивать степень извлечения углеводородов путем поддержания пластового давления. В статье на основе анализ текущего состояния разработки Тенгизского месторождения с применением сайклинг-процесса обоснован метод диагностики технического состояния газопроводных труб для условий высокого пластового давления и агрессивной среды. Приводятся результаты исследований по определению основных факторов, влияющих на работоспособность труб работающих под очень высоким давлением и в агрессивной среде для обеспечения бесперебойной надежной подачи газа в пласт. Проведен анализ гидродинамических исследований газонагнетательной сети выявляющих влияние давления нагнетания на прочностные свойства труб и трубопроводной арматуры, а также используя существующие методики неразрушающего контроля и инспекционных техник приведены результаты исследования по оценке целостности трубопровода высокого давления. Для решения этой задачи автор предлагает наиболее приемлемый метод магнитной памяти металла при определении надежности и возможности дальнейшей эксплуатации трубопроводов, что позволит обеспечить безопасную, безаварийную работу системы обратной закачки газа. В статье приводятся результаты исследований физических свойств, технические преимущества и недостатки метода магнитной памяти металла при дефектовке трубопроводов и обоснован подбор и оптимальный технологический режим эксплуатации высокопрочных труб.

Ключевые слова: газ, обратная закачка, внутрипромысловый транспорт, диагностика, магнитная память металла, напряженно-деформированное состояние, надежность.

Характерным для эксплуатации газоконденсатных месторождений являются многофазность поступающей из скважин продукции и необходимость наиболее полного отделения конденсата. Особенностью пластовых флюидов газоконденсатных месторождений является возможность выпадения конденсата в пласте, стволе скважин и наземных сооружениях в результате снижения давления и температуры.

В связи с этим комплексное разработка газоконденсатных месторождений имеет ряд особенностей по сравнению с разработкой чисто газовых месторождений. В частности, разработка газоконденсатных месторождений должна обеспечивать оптимальные условия работы пласта с точки зрения наиболее полного извлечения конденсата из недр. Одним из способов увеличения углеводородоотдачи пластов является использование сайклинг-процесса, т.е. способа разработки газоконденсатных месторождений с

поддержанием пластового давления посредством обратной закачки газа в продуктивный горизонт.

Технологический режим работы нагнетательной скважины обуславливается давлением нагнетания (устьевое давление работающей скважины), репрессией на пласт, зависящей от текущего пластового давления, коллекторскими свойствами пласта, и оценивается приемистостью скважины.

В нефтепромысловой практике закачка газа в пласт может применяться и как метод нагнетания в пласт газа с целью увеличения нефтеотдачи пласта. В условиях Тенгиза с целью увеличения нефтеотдачи пласта были выбраны методы вытеснения нефти смешивающимся с нею рабочим агентом - углеводородным газом высокого давления. Состав нефти, газа и величина пластового давления Тенгиза позволяют вытесняющему попутному газу смешиваться с вытесняемой нефтью и образоваться с ней однородную смесь. Для образования однородной смеси величина критического давления должна быть не менее 500 атм.

Поэтому, исходя из величины пластового давления месторождения Тенгиз, ТШО стало применять компрессор для закачки газа давлением 620 бар. В двухфазной области газ обогащается промежуточными фракциями С2 - С6 (от этана до гексана) пластовой нефти до критического состояния, граница раздела (ГНК) между фазами исчезает, а нефть и газ становятся полностью взаиморастворимыми. Залежь потеряет свой природный облик. Газовая шапка исчезнет. Вследствие падения давления в газовой шапке произойдет внедрение в нее однородной смеси углеводородов, что повлечет безвозвратную потерю запасов нефти, равных к объему газовой шапки.

На сегодня в Тенгизшевройл (ТШО) разрабатывается проектирование объектов, по которому предусматривается реализация двух проектов - будущего расширения производственных мощностей и управления устьевым давлением скважин. ТШО утверждает, что по Проекту будущего расширения, объем добычи нефти на Тенгизе, составивший в 2011 году 25,8 млн. тонн вырастет на 12 млн. тонн, извлекаемые запасы увеличатся на 100 млн. тонн. За 2000-2001 годы при росте отбора нефти 25% произошло резкое падение давления на 64,6 атм, что составляет 60% от общего давления за время разработки месторождения. Пластовое давление к концу 2011 года упало на 36%, что означает его падения в среднем на 16 атм в год. Теперь по проекту будущего расширения предусматривается увеличение добычи нефти на 12 млн. тонн т.е. рост отбора составляет 46,5 %. При таком темпе отбора нефти без поддержания пластового давления через 8-10 лет может наступить равновесие между забойным и пластовым давлениями. Тогда отпадает необходимость в проектах будущего расширения и устьевого управления давлением скважин. Никому не секрет, что ТШО собирается увеличить добычу нефти на 12 млн. тонн за счет ввода из бурения в эксплуатацию 71 добывающих скважин и сверхнормативного отбора нефти из высокодебитных скважин.

Таким образом, к трубам работающим под очень высоким давлением и в агрессивной среде предъявляются особые требования, для обеспечения бесперебойной надежной подачи газа с длительным сроком эксплуатации в коррозионностойком исполнении.

Проблема внезапных усталостных разрушений трубопроводов с использованием традиционных методов неразрушающего контроля не может быть решена, так как они направлены на поиск уже развитых дефектов.

Известно, что основными источниками развития повреждений трубопроводов и оборудования являются зоны концентрации напряжений (ЗКН) от рабочих нагрузок. Отсюда следует, что критерием надежности трубопроводов в эксплуатации является их напряженнодеформированное состояние. Для своевременного выявления участков труб и оборудования, предрасположенных к повреждениям, необходимы методы технической диагностики, имеющие корреляцию с механическими напряжениями.

На сегодня не существует ни одного традиционного метода и прибора неразрушающего контроля (НК) для оперативного контроля качества металла трубопроводов различного назначения, позволяющего без специальной подготовки поверхности и без сложной настройки определять неоднородность напряженно-деформированного состояния (НДС) и зон КН (основных источников развития повреждений).

Эффективным методом при оценке напряженно-деформированного состояния трубопроводов, который в настоящее время получает все большее распространение на практике, является метод магнитной памяти металла (ММП) [1].

Необратимое изменение намагниченности в направлении действия главных напряжений от рабочих нагрузок, а также остаточную намагниченность сварных соединений, отображающую их структурную и технологическую наследственность, предложено называть магнитной памятью металла, а новый метод контроля, основанный на использовании этой памяти - метод магнитной памяти металла.

Метод магнитной памяти металла - метод НК, основанный на регистрации магнитных полей рассеяния (МПП) и анализе их распределения на контролируемом трубопроводе. При этом определяют

Техника гылымдары

области аномального изменения МПП, обусловленные неоднородностью напряжённо-деформированного состояния и наличием зон концентрации напряжений в металле. Под действием рабочих нагрузок остаточная намагниченность и, соответственно, МПП перераспределяются и необратимо изменяются в направлении действия главных напряжений.

Уникальность метода магнитной памяти заключается также в том что он основан на использовании собственного магнитного поля, возникающего в зонах устойчивых полос скольжения дислокации, обусловленных действием рабочих нагрузок. В результате взаимодействия собственного магнитного поля (СМП) с магнитным полем Земли в зоне концентрации напряжений на поверхности объекта контроля образуется градиент магнитного поля рассеяния, который фиксируется специализированными магнитометрами. Механизм возникновения СМП на скоплениях дислокации обусловлен закреплением доменных границ, когда эти скопления становятся соизмеримы с толщиной доменных стенок. Ни при каких условиях с искусственным намагничиванием в работающих конструкциях такой источник информации, как собственное магнитное поле, получить невозможно. Только в малом внешнем поле, каким является магнитное поле Земли, в нагруженных конструкциях, когда энергия деформации намного превосходит энергию внешнего магнитного поля, такая информация формируется и может быть получена.

Метод магнитной памяти металла представляет принципиально новое направление в технической диагностике. Это второй после акустической эмиссии пассивный метод, при котором используется информация излучения конструкций. При этом ММП, кроме раннего обнаружения развивающегося дефекта, дополнительно дает информацию о фактическом напряженно-деформированном состоянии объекта контроля и выявляет причину образования зоны концентрации напряжений - источника развития повреждения. Контроль трубопроводов с использованием ММП можно выполнять как при работе (под нагрузкой или при гидравлических испытаниях), так и при ремонте.

В основе данной методики лежит оценка реального ресурса газонефтепроводов и внутрипромысловых трубопроводов, так как именно такая оценка наиболее удачно сочетает опыт эксплуатации (статистику бывших повреждений) и раннюю диагностику будущих повреждений с использованием современных методов [2].

Разработан измерительный комплекс для бесконтактного магнитометрического обследования газонефтепроводов на основе лаборатории неразрушающего контроля «ЭкоМакс», г. Актюбе, расположенных под слоем грунта на глубине до 3 м. Во время движения оператора-производителя работа вдоль трассы трубопровода со скоростью не менее 2 км/час определяются участки, работающие в наиболее напряженных условиях и предрасположенные к повреждениям. На данных участках делается шурфовка и дополнительный неразрушающий контроль с целью выявления конкретных дефектов.

Методика рассчитана на выявление следующих дефектов металла трубопровода:

-повреждения металла труб, которые превышают нормативные допуски, а именно: металлургические (закаты, плены, расслоения); механические дефекты (вмятины, гофры, задиры, риски); дефекты сварные швов (поры, непровары, смещения кромок, остаточные термические, напряжения зоны сварного шва); локальные коррозионные поражения (язвы, ручейковая коррозия, трещины),

-зоны повышения общего напряженно- деформированного состояния металла, связанного с провисами труб, оползневыми, температурными и другими деформационными нагрузками, изгибными напряжениями при строительном-монтажных работах и другими условиями эксплуатации

Оценку опасности обнаруженных дефектов осуществляется по интегральному показателю F , который учитывает протяженность магнитной аномалии S , m ; амплитуду и форму распределения вектора напряженности магнитного поля. Интегральный показатель F

ISSN 2305-9397. FbrnbiM және БЫМ. 2018. №2 (51)

отражает величину превышения зарегистрированных значений магнитного поля над фоновыми значениями; плотность пиковых значений и характер их распределения.

Интегральный показатель F рассчитывают по формуле (1).

$$F = \frac{(F + 1)e^{-K}}{S} \quad (1)$$

где: A - число линий концентрации напряжения в зоне магнитной аномалии;

S - протяженность аномалии, м; определяемая по количеству точек измерения параметров магнитного поля (количеству шагов сканирования),

K - степень концентрации напряженности в зоне концентрации напряжения, вычисляемая по формуле (2):

$$K = \frac{1}{\cos^2 a + \cos^2 p + \cos^2 y} \quad (2)$$

где: cosa, cosP, cosy - направляющие косинусы вектора концентрации напряженности; а - коэффициент, учитывающий период безаварийной работы, вычисляется по формуле

(3):

$$a = \ln \frac{(P_{раб} / P_o)}{(m_o - Tз)} \quad (3)$$

где: Pраб - рабочее давление в трубопроводе на момент обследования;

Po - проектное давление;

To - дата обследования;

Tз - дата ввода в эксплуатацию.

Ранжирование участков трубопровода по техническому состоянию осуществляют по результатам сравнительной оценки интегрального показателя F со значениями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1-Критерии оценки технического состояния трубопровода

Интегральный показатель магнитной аномалии F	Ранг аномалии	Техническое состояние участка трубопровода
ХОРОШЕЕ		
0,75-1,0	3	Техническое состояние участка трубопровода удовлетворяет требованиям нормативной и проектной документации.
ДОПУСТИМОЕ		
0,45-0,75	2	Имеющиеся дефекты металла не достигли отбраковочных величин. Возможно наличие линий; (зон) концентрации напряжений, где скорость изменения напряженности магнитного поля; превышает допустимые пределы.
НЕДОПУСТИМОЕ		
0,45	1	Участок трубопровода имеет коррозионные или механические дефекты металла, требующие устранения в соответствии с требованиями Правил безопасности ПБ 03-108-96; 12-368-00

Магнитометры портативные бесконтактные МБС-03 (в дальнейшем магнитометр) предназначены для бесконтактной регистрации аномалий магнитного поля над ферромагнитным объектом при помощи гальваномагнитных преобразователей - феррозондовых датчиков (Таблица 2).

Техника гылымдары

Таблица 2 - Перечень технических средств используемых в исследовании трубопровода магнитометрическим методом магнитной памяти металла

Наименование прибора	Марка	Назначение прибора	Производитель
Трассоискатель с генератором	Radio Detection 8000	Выявление оси и глубины залегания трубопровода при отсутствии ЭХЗ и наличии других трубопроводов	Radiodetection, Великобритания, Лидс
Магнитометр бесконтактный сканирующий с устройством ввода данных	МБС-03	Портативный прибор для проведения Магнитометрического обследования технического состояния трубопроводов	Опытно-промышленный образец ТОО «Экомакс» г. Актюбе
Программное обеспечение «Магнитоэкспертиза»	МЭС-01	Компьютеризированная обработка результатов диагностического обследования для генерирования отчета и заключения о техническом состоянии трубопровода	ОпытноПромышленный образец ТОО «Экомакс» г. Актюбе
Измеритель концентрации напряжении	ИКН-1М-4, ИКНМ-2ФН	Определение местонахождения линий и зон концентрации напряжения по методу магнитной памяти металла	НПО «Энергодиагностика» г. Москва
Твердомер	«Тэмп-2»	Определение прочности металла трубопровода в полевых условиях	ЦНИИТМаш г. Москва
Адгезиметр цифровой	АМЦ 2-20	Определение адгезионной прочности пленочного изоляционного покрытия в полевых условиях	НПФ «Изолен» г. Москва
GPS-приемник	Nomad	Определение абсолютных географических координат точки регистрации при помощи системы спутникового позиционирования GPS	Trimble, Германия

Электромеханическое сканирование поверхности земли над трубопроводом осуществляется при перемещении строчных преобразователей вдоль оси трубопровода. Результирующий сигнал характеризуется разностью напряженностей магнитного поля дефектного и бездефектного участка трубопровода. Под воздействием различных факторов (деформация и дефекты производства трубы, внутренняя и наружная коррозия и т.п.) происходит изменение структуры металла, возникают зоны концентрации продольных и поперечных напряжений. Сварной шов как конструктивный элемент трубопровода является концентратором напряжений в 1,5 - 1,6 раза. Дефектный сварной шов увеличивает напряжения более, чем в 2 раза.

Как правило, старение металла приводит к росту напряжений, возникновению и развитию дефектов и предрасположенности к разрушению.

В результате компьютеризированной обработки и расшифровки полученной информации на графике-магнитограмме трубопровода выявляется местоположение участков с аномалиями магнитного поля, сопряженными с зонами отклонения уровня напряженнодеформированного состояния от фоновых значений - зонами дефектов.

Процесс обследования состоит из инспекции и интерпретации результатов. Команда состоит из двух людей: один исследователь идет на расстоянии 15-20 метров с трассоискателем, определяя трассу трубопровода, чтобы определить на месте углы поворота, аномалии, вызванные влиянием средства ЭХЗ, высоковольтных кабелей, металлического мусора. Второй исследователь несет магнитометр, передвигаясь вдоль трассы со скоростью не менее 2 метров в секунду. Исследователь с магнитометром внимательно смотрит на экран прибора и регистрирует данные. Каждые несколько километров команда внимательно проверяет оборудование и сохраняет данные на внешний накопитель.

В процессе инспекции было получено три группы данных для исследуемых трубопроводов. Результаты исследования были обработаны и интерпретированы программным обеспечением

«Магнитоэкспертиза», которое автоматически подсчитывала интегральные показатели для всех участков трубопровода.

Общее количество данных составляет 17280 точек для трубопровода неочищенного газа.

Обработка первоначальных данных программой «Магнитоэкспертиза» включает в себя:

1. Анализ волновой формы графика;
2. Подсчет интегрального показателя;
3. Отбраковка и ранжировка участков по интегральному показателю
4. Представление данных в графическом формате

Первоначальный волновой график трубопровода для трубопровода неочищенного газа представлен на рисунке 1.

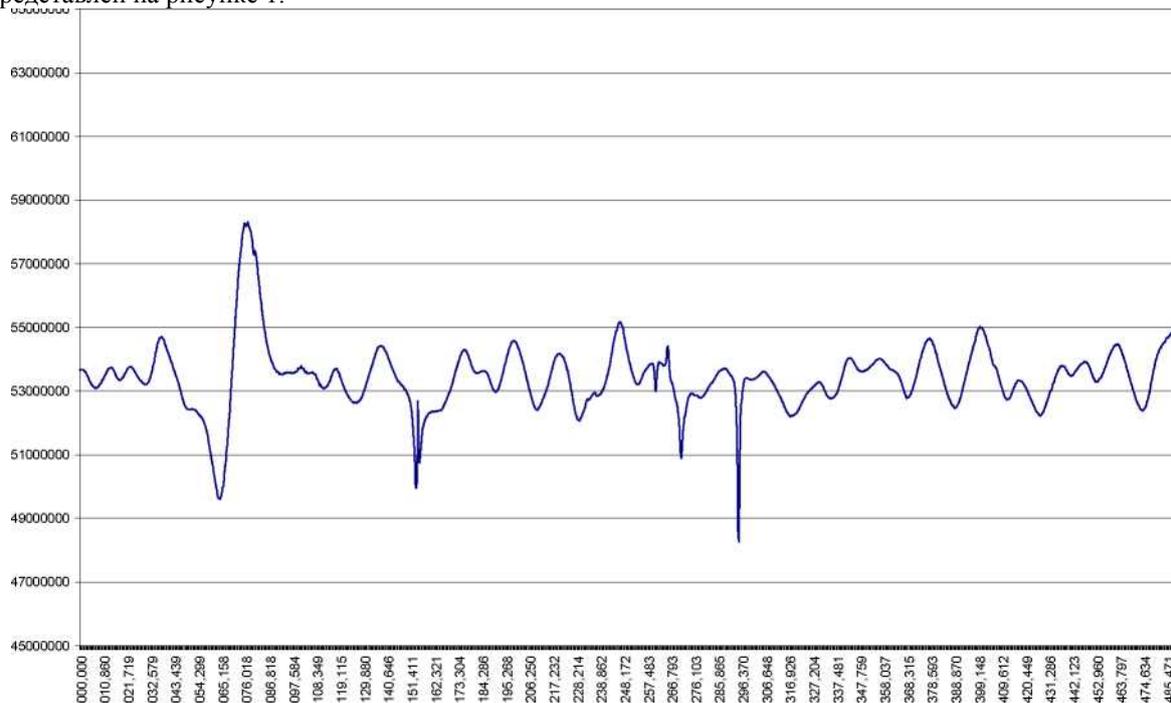


Рисунок 1- Пример волнового графика для трубопровода неочищенного газа

В процессе анализа данных наиболее критическим фактором является валидация качества данных, что поможет позволить избежать дополнительных затрат, сравнить результаты предыдущих и нынешних инспекции, делать анализ качества проводимых инспекции и методов. К сожалению, в технических нормативах Республики Казахстан не предусмотрено проверять качество и результаты новых методов, а также не регламентирована выборка данных дефектов за прошлые инспекции.

Следующим шагом явилось сравнение результатов, полученных при помощи метода магнитной памяти металла и других видов диагностики.

Исследование проводилось в 2008 году и выявило ряд мелких аномалии, причиной которых, как подозревалось, являясь нарушением целостности защитного покрытия [3]. Из графика видно, что градиент потенциала делает небольшой перепад, и область трубопровода становится анодной, что является индикатором пробойны защитного покрытия. Таким образом, исследование обнаружило всего лишь 4 аномалии. Напротив, метод магнитной памяти металла обнаружил 24 аномалии, которые характеризуются различной степенью интегрального показателя. Те дефекты, которые характеризуются с магнитным показателем между 0,45 и 0,75 должны быть взяты под контроль с постоянным мониторингом. Следующее исследование должно проводиться не менее чем через три года после магнитометрического обследования методом магнитной памяти металла.

Погрешность в расстоянии 2 метра между результатами двух инспекции, что соответствует спутниковой коррекции системы глобального позиционирования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллин И.Г., Гареев А.Г., Худяков М.А. Анализ стадий зарождения и развития малоцикловой

Техника ғылымдары

коррозионной усталости металла магистральных нефтепроводов // Трубопроводный транспорт нефти. - 1999. - № 6. - С. 31-34.

2. Гареев А.Г., Мостовой А.В. Диагностика коррозионного растрескивания трубопроводов. - Уфа: Гилем, 2003. - 100 с.

3. ВРД 39-1.10-026-2001. Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов. - М.: ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ», 2001.

ТҮ^Н

Газды кері айдау кемірсутекті шиюзаттың ағынды экстракциясын қарқындатуға, кемірсутекті шиюзатын қалпына келтіру жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Мақалада Тенгиз кеншілік циклингі процесс қолданумен қазіргі даму жағдайын талдауға сүйене отырып, газды етюзетіш кубырлардың техникалық күйін жоғары резервуар қысымының және агрессивті орта жағдайында диагностикалау әдісі негізделген.

Жоғары қысымда және агрессивті ортада жұмыс істейтін кубырлардың жұмыс істеуіне әсер ететін негізгі факторларды анықтауға арналған зерттеулердің нәтижелері газды қалыптастыруға үздіксіз сенімді қамтамасыз етуді қамтамасыз етеді. Газды айдау желінің гидродинамикалық зерттеулері кубырлар мен кубыр арматураларының беріктік қасиеттеріне инъекциялық қысым әсерін анықтайтын, сондай-ақ бұзылмайтын сынау және инспекциялау әдістерін қолдана отырып, жоғары қысымды кубырдың тұтастығын бағалау бойынша зерттеу нәтижелерін ұсынады. Мақалада физикалық қасиеттері зерттеу нәтижелері, кубырдағы ақаулықтар үшін металл магниттік жады әдісін техникалық артықшылықтары мен кемшіліктерін, сондай-ақ жоғары беріктік кубырларды пайдаланудың оңтайлы және технологиялық режимін негіздейді.

RESUME

Reverse injection of gas allows to intensify the current extraction of hydrocarbon raw materials, to increase the rate of hydrocarbon recovery by maintaining reservoir pressure. In the article, based on the analysis of the current state of development of the Tengiz field with the application of the cycling process, the method for diagnosing the technical state of gas-conducting pipes for the conditions of high reservoir pressure and an aggressive environment is substantiated. The results of studies to determine the main factors affecting the performance of pipes operating under very high pressure and in an aggressive environment are provided to ensure an uninterrupted reliable supply of gas to the formation. The analysis of hydrodynamic studies of the gas injection network revealing the effect of injection pressure on the strength properties of pipes and pipeline fittings, and also using the existing methods of nondestructive testing and inspection techniques, presents the results of a study on assessing the integrity of a high pressure pipeline. To solve this problem, the author proposes the most acceptable method of magnetic memory of metal in determining reliability and the possibility of further operation of pipelines, which will ensure safe, trouble-free operation of the gas re-injection system. The article presents the results of physical property studies, technical advantages and disadvantages of the method of magnetic memory of metal for pipeline defects, and the selection and optimal technological regime for the operation of high-strength pipes is justified.

УДК 622.276.4

Рахимов А.А., кандидат технических наук, доцент

Рахимова Л.А., старший преподаватель Мендығалиев

Ж.Ж., магистрант

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г.

Уральск, Республика Казахстан

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВЫЗОВА ПРИТОКА НЕФТИ ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Аннотация

В статье на основе обзора литературных источников сделан анализ и выбор оптимального варианта вызова притока при заканчивании скважин для обеспечения максимальной нефтеотдачи пласта. В цикле строительства скважин процесс заканчивания является одним из основных и технологически сложных процессов. От качества выполнения данного этапа в разведочных скважинах во многом зависит оценка перспективности нового месторождения, а в эксплуатационных - дебит и ее надежность как