ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГАЗПРОМ"

Система стандартизации ОАО "Газпром"

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИГОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

СТО Газпром 18–2005

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

gost.e-ecolog.ru

МОСКВА 2005

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГАЗПРОМ"

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ОАО "ГАЗПРОМ"

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИГОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

СТО Газпром 18-2005

Издание официальное

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГАЗПРОМ"

Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ"

Общество с ограниченной ответственностью "Информационно-рекламный центр газовой промышленности"

Москва 2005

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН	Обществом с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ"
2 ВНЕСЕН	Департаментом по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО "Газпром"
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Распоряжением ОАО "Газпром" от 18 ноября 2005 г. № 351 с 01 января 2006 г.
4 ВЗАМЕН	РД 51-31323949-48-2000 "Гидрогеологической контроль на полигонах закачки промышленных сточных вод"

© ОАО "Газпром", 2005
© Разработка ООО "ВНИИГАЗ", 2005
© Оформление ООО "ИРЦ Газпром", 2005

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных ОАО "Газпром"

Содержание

Введение V
1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
3 Обозначения и сокращения 2
4 Геологические и гидрогеологические условия, необходимые для создания специализированных полигонов 4
5 Стадии и виды геолого-гидрогеологических исследований 8
5.1 Геолого-промысловые исследования 8
5.2 Лабораторные физико-химические исследования 9
6 Методы гидродинамических исследований нагнетательных скважин 9
6.1 Метод восстановления давления 12
6.2 Метод установившихся отборов (закачек) 14
6.3 Метод гидропрослушивания 15
7 Перечень и сведения об особенностях состава жидких отходов производства в ОАО "Газпром" 17
8 Оценка совместимости жидких отходов производства с пластовыми водами и породами поглощающего горизонта 20
9 Подготовка жидких отходов производства к захоронению в поглощающий горизонт 26
10 Специализированный полигон для захоронения жидких отходов 28
10.1 Общие требования 28
10.2 Сборные емкости 28
10.3 Скважины 29
10.4 Узлы управления 29
10.5 Насосные агрегаты 29
10.6 Трубопроводная сеть 30
10.7 Контрольно-измерительное оборудование и приборы 30
11 Контролируемые параметры 30
12 Расчет гидравлических потерь в нагнетательной скважине 31

13 Контроль за состоянием нагнетательных скважин 33
14 Мероприятия по восстановлению и консервации контрольных гидрогеологических (пьезометрических) скважин 35
15 Расчет подземного растекания жидких отходов производства 36
16 Утилизация шлама 38
17 Восстановление приемистости нагнетательных скважин 41
17.1 Газлифтный метод 41
17.2 Микробиологический способ 44
18 Гидрогеологический контроль за эксплуатацией полигона 45
18.1 Природоохранные требования к СПЗЖ 45
18.2 Природоохранные мероприятия 46
19 Экономический механизм рационального природопользования на специализированных полигонах 50
Приложение А (справочное). Расчет количества конденсата, требующегося для консервации пьезометрических и нагнетательных (простаивающих) скважин на примере Уренгойского НГКМ 54
Приложение Б (справочное) Пример расчета устьевого давления для определения оптимальной глубины установки газлифтного клапана 57
Приложение В (справочное) Таблица перевода внесистемных единиц в систему СИ 59
Библиография 60

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий стандарт разработан с учетом положений законов Российской Федерации и нормативных правовых актов в области использования и охраны недр [1–32].

В нем приведены методические рекомендации по проектированию и эксплуатации специализированных полигонов размещения жидких отходов производства, определены структура и содержание обязательных разделов проектных документов и порядок проведения гидрогеоэкологического контроля.

Срок действия РД 51-31323949-48-2000 "Гидрогеологический контроль на полигонах закачки промышленных сточных вод" истекает в 2005 году. Почти 5-летний период использования этого документа выявил необходимость его переработки и дополнения.

Помимо появления за последнее время новых научно-методических разработок, важной причиной замены является уточнение понятия "специализированный полигон" газодобывающих организаций, подземных хранилищ газа и связанных с ними перерабатывающих производств.

Специфичность гидрогеологических условий таких полигонов, размещение их на участках, отведенных недропользователю для добычи газа, широкое распространение такого способа захоронения отходов в ОАО "Газпром" требуют неотложного решения нормативных, правовых и технологических проблем. Наиболее важными являются:

- разработка единого методического подхода к нормированию содержания загрязняющих веществ в жидких отходах производства;
- обоснование необходимой степени предварительной подготовки жидких отходов производства;
- поддержание приемистости скважин на высоком уровне;
- обоснование ареала подземного растекания жидких отходов производства;
- организация рационального гидрогеоэкологического контроля.

Основные задачи настоящего стандарта - нормативно-методическое закрепление многолетнего опыта захоронения жидких отходов производства в ОАО "Газпром", регламентация основных положений гидрогеологического контроля, повышение экономической эффективности эксплуатации специализированных полигонов для захоронения жидких отходов производства, соблюдение которых является условием геоэкологической безопасности полигонов.

СТАНДАРТ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА "ГАЗПРОМ"

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИГОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Дата введения – 2006-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает единый организационный порядок по геолого-гидрогеологическому и технологическому обеспечению работ при подготовке проектных документов и проведении гидрогеоэкологического контроля захоронения жидких отходов производства с учетом специфики специализированных полигонов. Стандарт разработан для использования в целях повышения уровня экологической безопасности и совершенствования производства на специализированных полигонах по захоронению жидких отходов газодобывающих организаций ОАО "Газпром" и дочерних обществ.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **жидкие отходы производства:** Жидкости, образующиеся на территории газовых организаций и их технологических объектах, состоящие из попутных вод, производственных сточных вод, дождевых стоков и бытовых сточных вод.

2.2 **поглощающий горизонт:** Подземный проницаемый горизонт, обладающий достаточной емкостью для захоронения проектного объема жидких отходов производства, надежно изолированный от водоносных горизонтов, используемых для водоснабжения, промышленного извлечения химических компонентов и в бальнеологических целях.

2.3 **специализированный полигон:** Комплекс подземных и надземных сооружений, предназначенных для размещения специально подготовленных жидких отходов организаций ОАО "Газпром" в поглощающем горизонте, обеспечивающем их безопасное хранение в течение обозримого будущего.

Издание официальное

2.4 **захоронение отходов:** Изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в поглощающих горизонтах в целях предотвращения попадания загрязняющих веществ в почву, поверхностные и подземные воды, являющиеся объектом использования для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, промышленного извлечения химических компонентов или в бальнеологических целях.

2.5 **санитарно-защитная зона:** Часть территории специализированного полигона по захоронению жидких отходов производства, в пределах которой устанавливается специальный режим земле- и водопользования и ограничение промышленной деятельности, не связанной с захоронением отходов.

2.6 **забойное давление:** Давление, замеренное в скважине на глубине нижних дыр интервала перфорации.

2.7 **пластовое давление:** Давление флюида в какой-либо точке поглощающего горизонта, равное весу столба жидкости от глубины положения этой точки до статического уровня.

2.8 **депрессионная воронка:** Часть водоносного горизонта с пониженным пластовым давлением, формирующимся в результате разработки залежей углеводородов.

2.9 **межтрубное пространство:** Кольцевое пространство скважины между насосно-компрессорными трубами и эксплуатационной колонной.

2.10 **репрессия на пласт:** Разность между забойным и текущим пластовым давлениями.

2.11 **депрессия на пласт:** Разность между текущим пластовым и забойным давлениями.

3 Обозначения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения к расчету подземного растекания закачиваемых жидких отходов:

$K_{лат}$ – проницаемость латеральная, дарси.

$K_{верт}$ – проницаемость вертикальная, дарси.

$m_{эф}$ – эффективная пористость, доли единиц.

$l_{ндп}$ – глубина до нижних дыр перфорации, м.

$l_{гвк}$ – глубина до текущего ГВК, м

$l_{пвд}$ – глубина до подошвы воронки депрессии, м.

$l_{нач}$ – начальный уровень подземных вод, м.

$l_{ст.тек}$ – текущий уровень в простаивающей нагнетательной скважине, м.

$P_{ндп}$ – давление у нижних дыр перфорации, кгс/см^2.

$P^{зак}_{уст}$ – давление на устье скважины при закачке промстоков, кгс/см^2.

$P^{зак}_{НДП}$ – давление у нижних дыр перфорации при закачке, кгс/см^2.

$Н^{ГВК}_{ст.тек.}$ – текущий пластовый напор, приведенный к отметке начального ГВК, м.вод.ст.

$Р_{пвд}$ – давление на подошве воронки депрессии, кг/см^2.

$Н^{НДП}_{НДП\,Д}$ – забойный напор нагнетания, приведенный к плоскости нижних дыр перфорации, м вод. ст.

$Н^{НДП}_{ПВД}$ – напор на подошве воронки депрессии, приведенный к плоскости нижних дыр перфорации, м вод. ст.

$h_{эф}$ – эффективная мощность поглощающего горизонта, м.

$h_{гвк}$ – высота подъема ГВК (текущая), м.

$h^{эф}_{ГВК}$ – эффективная мощность коллектора между отметками начального и текущего газоводяного контактов (ГВКн и ГВКт), м.

$I_{ГВК}$ – глубинная отметка начального ГВК, м.

$\Sigma V_{ж}$ – объем закачиваемой жидкости, тыс. м^3.

$К_{н}$ – коэффициент вытеснения пластовой воды жидкими отходами производства, доли единиц.

$К_{ох.пр}$ – коэффициент охвата промстоков в поглощающем пласте, доли единиц.

$R_{а}$ – средний радиус ареала подземного растекания жидких отходов производства, м.

3.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ГВК – газоводяной контакт

БСВ – бытовые сточные воды

ГМСН – государственный мониторинг состояния недр

КВД – кривая восстановления давления

ММП – многолетнемерзлые породы

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение

НКТ – насосно-компрессорные трубы

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду

ПДК – предельно допустимые концентрации

ПДН – предельно допустимые нормы

ПХГ – подземное хранилище газа

РФ – Российская Федерация

СЗЗ – санитарно-защитная зона

СПЗЖ – специализированный полигон захоронения жидких отходов производства

ТУ – тяжелые углеводороды

УВ – углеводороды

УПКТ – управление по подготовке конденсата к транспорту

ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства

ЭХЗ – электрохимическая защита

4 Геологические и гидрогеологические условия, необходимые для создания специализированных полигонов

4.1 Специализированный полигон представляет собой комплекс надземных и под земных сооружений, предназначенных для обезвреживания, переработки и изоляции от ок ружающей природной среды твердых и жидких отходов, образующихся в процессе разведки недр, добычи и производства топлива из углеводородсодержащего жидкого и газового при родного сырья.

4.1.1 При удовлетворительных геолого-гидрогеологических условиях СПЗЖ сооружа ют на территориях горных отводов газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений и других объектов.

4.1.2 Их можно сооружать в следующих горно-геологических условиях:

- в водоносных горизонтах, в выработанных газовых (газоконденсатных) нефтяны залежах или непосредственно в эксплуатируемой залежи;

- в изолированном поглощающем горизонте, расположенном над/под залежью или далеко за ее пределами;

- в гидравлически изолированном от залежи УВ горизонте или имеющем с ней совер шенную сообщаемость;

- в терригенном или карбонатном коллекторе.

4.1.3 Поглощающие горизонты, не имеющие гидравлической связи с залежью, обла дают следующими чертами:

- совершенным упруговодонапорным режимом;

- при захоронении жидкости в них соответственно возрастает пластовое давление;

- гидравлическое влияние нагнетания распространяется по всей непрерывно прони цаемой части пласта.

4.1.4 Полигоны, имеющие гидравлическую связь с залежью, обладают следующими чертами:

- поглощающий горизонт является частью геолого-гидродинамической, технологи ческой и гидрогеоэкологической системы залежи, поскольку его жидкости участвуют в под

держании пластового давления. Поэтому эксплуатация залежи УВ неизбежно сопровождается загрязнением поглощающего горизонта по технологическим причинам;

- непрерывное снижение пластового давления в поглощающем горизонте и связанное с ним увеличение разности между забойным давлением закачки и пластовым давлением, приводящее к снижению прочности заколонного цементного кольца.

4.2 В течение всего проектного срока захоронения должны соблюдаться следующие условия:

- поглощающий горизонт должен быть перекрыт надежной изолирующей покрышкой;

- поглощающий горизонт должен обладать достаточно высокими фильтрационно-емкостными свойствами для приема проектных объемов захороняемых жидких отходов производства;

- жидкие отходы производства должны быть локализованы в пределах установленных границ горного отвода;

- взаимодействие жидких отходов производства с пластовыми водами и породами поглощающего горизонта должно исключать необратимое снижение фильтрационных свойств поглощающего горизонта и нарушение устойчивости призабойной зоны; при установленной несовместимости определяют меры необходимой подготовки жидких отходов производства перед их захоронением.

4.3 Геолого-гидрогеологическая характеристика СПЗЖ на начальной стадии эксплуатации содержит:

- общую структурно-литологическую и стратиграфическую характеристики месторождения УВ, основные параметры водонапорного бассейна (размеры, водоносные комплексы, региональные водоупоры);

- сводный геолого-гидрогеологический разрез с кратким литолого-стратиграфическим описанием, на котором выделены водоносные комплексы и горизонты с разделяющими их водоупорными толщами;

- термобарические условия по геологическому разрезу;

- при наличии многолетнемерзлых пород – характеристику их распределения по площади и разрезу;

- для каждого водоносного комплекса по результатам полных химических анализов – характеристику состава подземных вод с обязательным указанием содержаний типичных для данного района микрокомпонентов, а также нефтепродуктов, тяжелых металлов, метанола, диэтиленгликоля и других возможных загрязняющих веществ, технологически связанных с нефтегазовыми промыслами;

- характеристику содержания и состава водорастворенных газов;

- характеристику экологического состояния объектов хозяйственно-питьевого водопользования.

4.3.1 Геолого-гидрогеологическая характеристика поглощающего горизонта содержит сведения:

- о возрасте, глубине залегания его кровли и подошвы, типе и размерах структуры, углах наклона пород;

- общих и эффективных толщинах, эффективной пористости, проницаемости и закономерностях их распределения по площади;

- толщинах перекрывающих и подстилающих водоупоров;

- литологическом составе, песчанистости, глинистости, карбонатности;

- фракционном и минералогическом составе.

К описанию прилагаются соответствующие таблицы и графические построения.

4.3.2 Описание гидрогеологических условий поглощающего горизонта включает характеристику термобарических параметров, физических свойств подземных вод, химического состава (по результатам полного химического анализа), специфических микрокомпонентов, содержания и состава водорастворенных газов. Данные по водорастворенным газам и подземным водам предпочтительно отразить в табличной форме. При наличии достаточных сведений следует оценить условия начала струйного потока газа в пластовых водах по методике [33].

4.3.3 Основные характеристики нагнетательных скважин и поглощающего горизонта, полученные по данным гидродинамических исследований, включают:

- приемистость нагнетательных скважин,

- коэффициент приемистости,

- гидропроводность,

- пьезопроводность,

- проницаемость.

Результаты заносят в таблицы 4.1, 4.2 и иллюстрируют соответствующими графическими приложениями, на основе которых делается вывод о характере и размерах зоны гидродинамического влияния закачки (по латерали и вертикали), наличии экранов и литологических окон.

4.3.4 По результатам геолого-гидрогеологических исследований делается заключение о соответствии параметров поглощающего горизонта требованиям сооружения полигона для захоронения жидких отходов производства на промышленном объекте.

Таблица 4.1 – Результаты гидродинамических исследований методом установившихся отборов (закачек)

№ скв.	Дебит, $м^3$	Место закачки (откачки)		Устьевые давления		Депрессия репрессия, МПа	Коэффициент продуктивности, $м^3$/сут / МПа	Примечания
		трубное	затрубное	трубное	межтрубное			

Таблица 4.2 – Результаты гидродинамических исследований скважин методом гидропрослушивания

№ скв.	Скважины		Расстояние между скважинами, м	Дебит возмущающей скважины, $м^3$/сут	Устьевое давление закачки	Давление (уровень) реагирующей скважины, МПа (м)	Время отсчета, часы, мин.	Примечания
	возмущающая	реагирующая						

5 Стадии и виды геолого-гидрогеологических исследований

Строительство СПЗЖ проводят в четыре стадии:

а) предварительная оценка;

б) поисковые работы;

в) предварительная разведка;

г) детальная разведка.

Если СПЗЖ сооружают на месторождении УВ, когда уже получены достаточные сведения о геологическом строении территории, то целевые геолого-гидрогеологические исследования начинают с этапов в) или г). При этом параллельно с разведкой залежи или ее опытно-промышленной эксплуатацией необходимо проводить геолого-гидрогеологические и санитарно-гигиенические исследования в необходимом и достаточном объеме.

Геолого-гидрогеологические исследования проводятся по направлениям:

а) геолого-промысловые, связанные с изучением скважин и поглощающего горизонта;

б) лабораторные физико-химические и опытно-экспериментальные по изучению жидкостей и твердых пород (коллекторы, покрышки).

5.1 Геолого-промысловые исследования

5.1.1 В процессе разведки в бурящихся скважинах отбирают шлам с глубинной привязкой. По результатам исследования шлама и каротажа выбирают интервалы отбора керновых образцов коллекторов и покрышек в других скважинах для последующего изучения.

Одновременно отбирают образцы бурового раствора и других используемых при бурении технологических жидкостей и добавок.

5.1.2 После вскрытия поглощающего горизонта в обсаженной колонне и перевода скважины на пластовую воду 2–3-кратной откачкой ее объема до стабилизации минерализации и солевого состава проводят полный комплекс гидрогеологических исследований по методике [34], включающий:

а) прослеживание уровня до статического (или снятия КВД глубинным манометром);

б) не менее чем трехкратный отбор воды и водорастворенного газа глубинным пробоотборником;

в) замер температуры по стволу скважины;

г) определение pH, гидрокарбонат-иона; наличия и содержания сероводорода (проводят непосредственно на скважине по методике [35]);

д) отбор и специальную консервацию проб воды для определения железа, микрокомпонентов, нефтепродуктов, органических соединений;

е) откачки и закачки жидкости по стандартным методикам [36, 37].

Исследования методом откачки необходимо проводить на последних этапах перевода скважины на пластовую воду. При этом целесообразно осваивать одновременно две скважины, чтобы отобранную воду из одной скважины закачивать в другую при условии отсутствия у последней признаков реагирования после откачки из первой одного объема жидкости.

5.1.3 Если испытуемый интервал в соответствии с проектом освоения подлежит перекрытию цементным мостом в связи с переводом скважины на вышележащий объект, то необходимо провести опытные закачки для определения совместимости пресной воды с пластовой (по методике руководства [38]).

5.2 Лабораторные физико-химические исследования

5.2.1 Комплекс исследований направлен на решение ключевых проблем в технологии захоронения жидких отходов производства в глубоких земных слоях. Он должен включать:

- количественные и качественные определения загрязняющих веществ жидких отходов производства, представленных на рисунке 5.1;
- контрольные определения загрязняющих веществ в жидких отходах производства до и после очистных сооружений;
- определения совместимости жидких отходов производства с пластовыми водами и породой-коллектором;
- поиск информативных гидрогеохимических показателей жидких отходов производства и подземных вод для их идентификации;
- определение оптимального времени отстоя жидких отходов производства для осаждения мехпримесей и нефтепродуктов (рисунок 5.2), которое должно быть экономически выгодным.

6 Методы гидродинамических исследований нагнетательных скважин

Задачей гидродинамических исследований является получение данных, характеризующих фильтрационные параметры нагнетательных скважин и поглощающего пласта.

Для этих целей используют следующие методы:

- восстановления давления,
- установившихся отборов (закачек),
- гидропрослушивания.

При исследованиях на скважинах замеряют дебиты (приемистость), давления, расстояния между скважинами и время их работы.

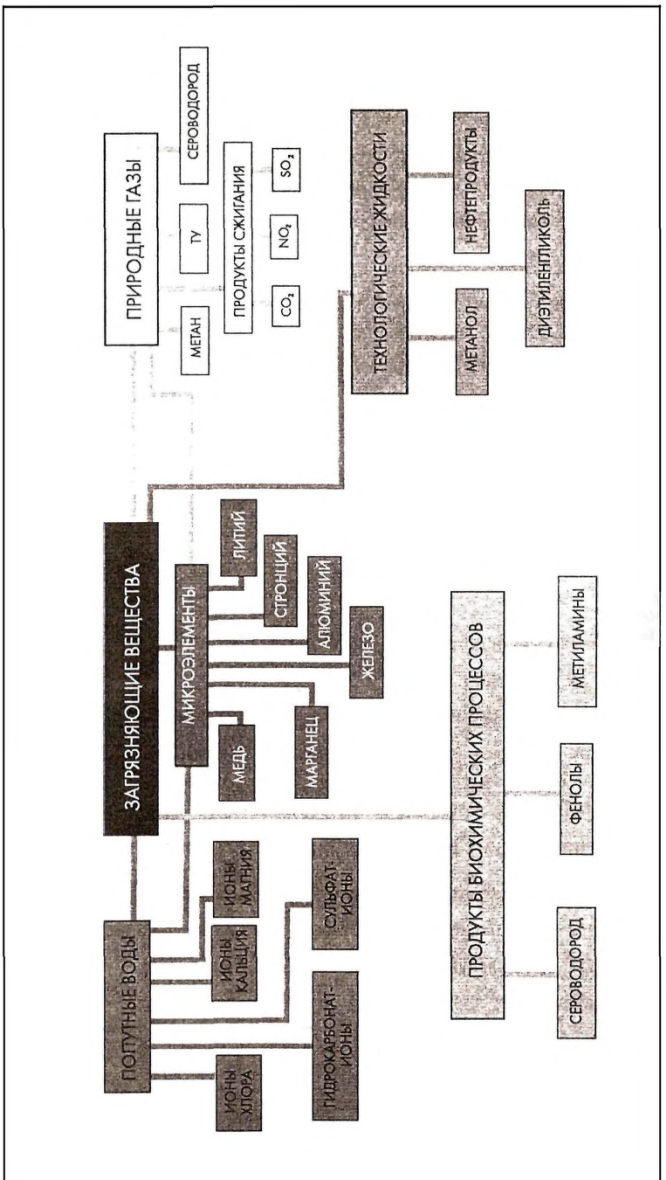


Рисунок 5.1 – Типы загрязняющих веществ

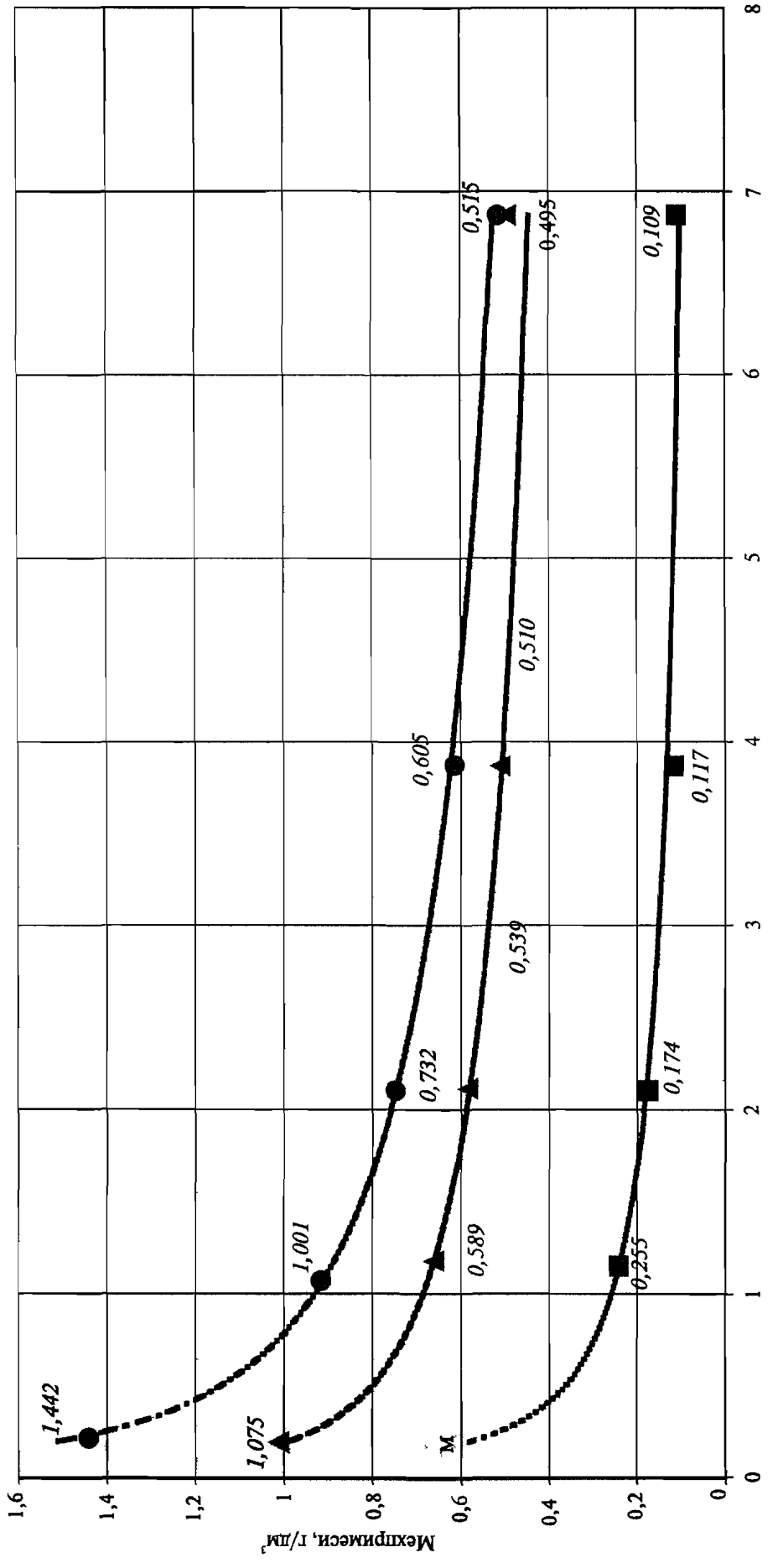


Рисунок 5.2 – Динамика выпадения в осадок механических примесей из жидких отходов производства

6.1 Метод восстановления давления

6.1.1 Метод восстановления давления – это способ определения фильтрационных параметров поглощающего горизонта на основе замеров забойных давлений в скважине после прекращения откачки или нагнетания.

6.1.2 Технология исследований.

При данном дебите закачки (откачки) создают установившийся режим фильтрации жидкости в пласте, который фиксируется по стабилизации устьевого давления и удерживается в течение двух-трех часов (в зависимости от дебита).

В условиях гидравлической связи поглощающего горизонта с газовой залежью эксплуатационные скважины, расположенные в радиусе одного километра от нагнетательных, должны иметь стабильный режим работы в течение двух-трех дней до начала исследований и во время их проведения.

Устанавливают лубрикатор и до верхних дыр перфорации скважины спускают манометр, регистрирующий давление и температуру. Закачку проводят в межтрубное пространство при закрытой задвижке на трубопроводе к НКТ. С помощью образцовых манометров, установленных на НКТ и затрубье, контролируют процесс стабилизации режима закачки.

Прекращают закачку, направив поток закачиваемой жидкости в байпассную линию, и выдерживают манометр в скважине до полного восстановления забойного давления, которое определяют по показаниям дисплея в аппаратной или по результатам замера уровня.

Результаты замеров заносят в таблицу 6.1, по данным которой строят график изменения давления во времени (в соответствии с рисунком 6.1) в координатах $\Delta P \div \lg t$, где ΔP – депрессия (репрессия) на пласт, кгс/см^2; t – время замера, с.

Таблица 6.1

Время замера, t, с	Забойное давление, Рз, кгс/см^2	$\Delta P = Рз - Рпл$, кгс/см^2	lgt

Для обработки результатов необходимо иметь следующие данные:

- дебит скважины Q;
- забойное давление скважины Рз;
- эффективная мощность $h_{эф}$;
- пористость m;
- вязкость жидкости μ;
- коэффициенты сжимаемости закачиваемой жидкости и поглощающего пласта $\beta_ж$ и $\beta_п$.

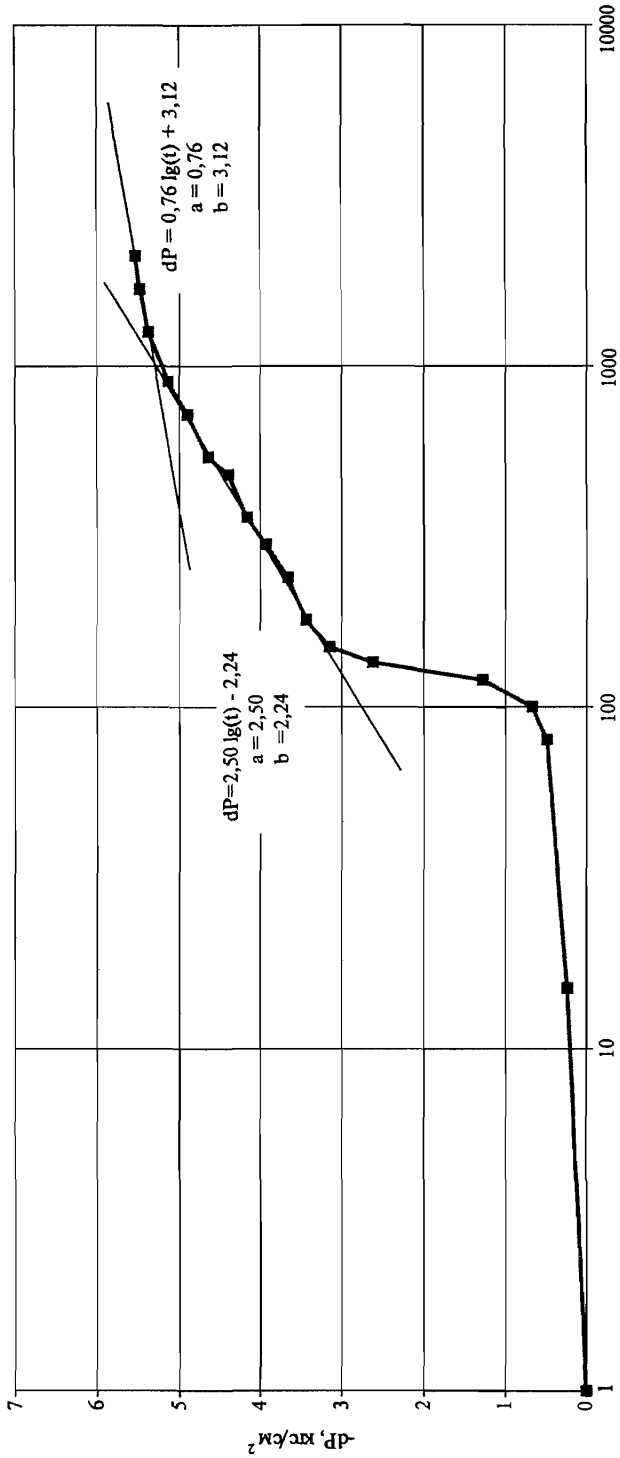


Рисунок 6.1 – Кривая восстановления забойного давления

Обработку результатов исследований для получения фильтрационных параметров проводят по методике, изложенной в [36, 37, 38].

При исследовании нагнетательных скважин для регистрации изменения давления можно использовать как глубинные, так и образцовые (устьевые) манометры в сочетании с уровнемером.

6.2 Метод установившихся отборов (закачек)

6.2.1 Метод установившихся отборов – способ определения фильтрационных параметров поглощающего горизонта, основанный на отборах (закачках) жидкости в условиях постоянных (установившихся) дебитов.

Способ реализуется на данных наблюдений за взаимосвязью между дебитом скважины и давлением на забое при установившемся режиме.

6.2.2 Технология исследований.

Режимы закачек создают насосным агрегатом путем ступенчатого повышения расхода жидкости на 25–30 % на каждом режиме (при прямом ходе) и снижении на такие же величины (при обратном).

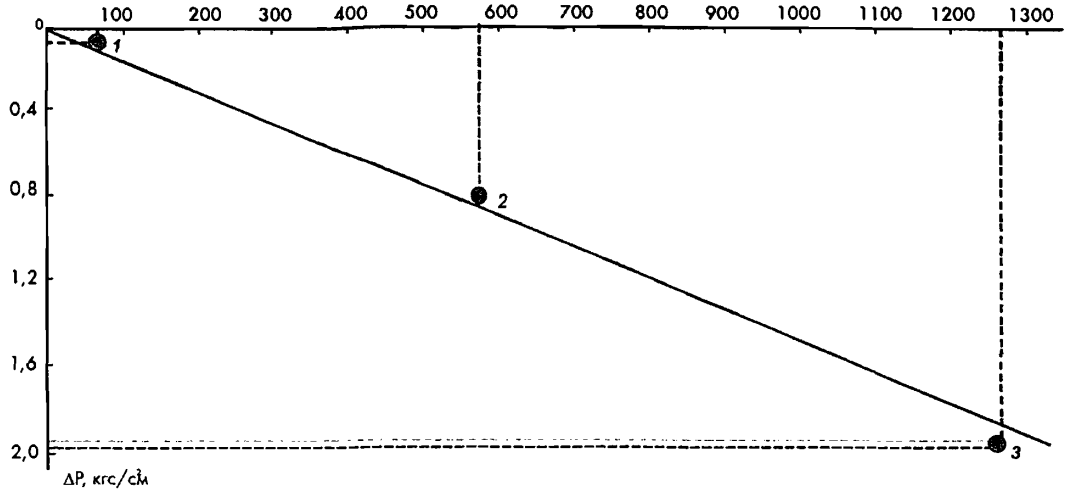
Жидкость подают в межтрубное пространство, а на НКТ устанавливают образцовый манометр. Данные замеров давлений при установившихся режимах закачки заносят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Дебит, $м^3$/сут	Давление, $кгс/см^2$		
Q	Рпл	Рз	ΔР=Рз-Рпл

По данным таблицы строят индикаторную кривую в координатах ΔР ÷Q (рисунок 6.2), на основе которой определяют коэффициент продуктивности, гидропроводность и проницаемость поглощающего горизонта по методикам, описанным в [36, 37, 39].

Критерием достоверности проведенных исследований является совпадение кривых, полученных при увеличении отборов (прямой ход) и снижении отборов (обратный ход) (не более чем 10 % различие коэффициента приемистости в любой точке кривых).



$q_{ср}$ = 670 м³/с / кгс/см²

Режимы исследования:	*Коэффициенты продуктивности:*
1. Q = 68 м³/с, ΔP = 0,10 кгс/см²	q^1 = 680 м³/с/ кгс/см²
2. Q = 576 м³/с, ΔP = 0,82 кгс/см²	q^2 = 702 м³/с/кгс/см²
3. Q = 1270 м³/с, ΔP = 1,98 кгс/см²	q^3 = 640 м³/с/кгс/см²

Рисунок 6.2 – Индикаторная диаграмма

6.3 Метод гидропрослушивания

6.3.1 Метод гидропрослушивания – способ определения фильтрационных параметров с помощью регистрации реагирующей скважиной импульсов давления, создаваемых возмущающей скважиной.

Одновременно в возбуждающей скважине можно проводить исследования методом восстановления забойного давления.

6.3.2 Технология исследований.

В качестве возмущающей и реагирующей скважин могут служить любые скважины, вскрывающие поглощающий горизонт, отстоящие друг от друга не далее трех расстояний проектного подземного растекания жидких отходов производства за период эксплуатации полигона.

Если в качестве реагирующей выбрана поглощающая скважина, длительное время простаивавшая, то перед исследованием необходимо проверить ее сообщаемость с поглощающим горизонтом. Для этих целей в ней необходимо провести откачку или закачку и проследить восстановление уровня. Контрольным показателем ее состояния является восстановление уровня воды до первоначального в течение суток. В противном случае в ней необходимо провести работы по восстановлению приемистости (сообщаемости).

Одновременно следует вести замеры в контрольных скважинах (а при их отсутствии – в ближайшей наиболее глубокой эксплуатационной скважине).

Если СПЗЖ сооружается на разрабатываемом месторождении, то за несколько дней до исследования в реагирующей скважине снимают "фон" падения пластового давления. В это время эксплуатационные газовые скважины, расположенные в зоне возможного реагирования, должны работать с постоянным режимом до начала гидропрослушивания.

На реагирующей скважине устанавливают прибор регистрации давления (уровня) и проводят закачку (откачку), фиксируя время ее начала. В реагирующей скважине фиксируют время начала изменения давления (уровня) и прослеживают его дальнейшее изменение.

Если изменения давления (уровня) не произошло примерно в течение трех расчетных периодов времени, то исследования следует прекратить и зафиксировать отсутствие гидравлической связи скважин.

Изменение давления (уровня) регистрируют при помощи высокоточной аппаратуры – пьезографов, дифманометров и уровнемеров, у которых предел чувствительности не менее 2 % от общего (конечного) изменения давления, замеренного при данном гидропрослушивании.

Полученные результаты замеров заносятся в таблицу 6.3; строится индикаторная кривая (в соответствии с рисунком 6.2), по которой рассчитываются гидродинамические параметры поглощающего горизонта.

Таблица 6.3 – Изменение давления в реагирующей скважине при гидропрослушивании

Дебит закачки (откачки), Q	Продолжительность возмущения, t, с	Изменение давления, ΔP, кгс/см^2	lgt (t, c)	lg ΔP

Расчет фильтрационных параметров проводится по методике [36, 37, 39].

Приращение показаний манометра в реагирующей скважине, близкие, к нулю, являются показателем приближения к границе гидравлического влияния возмущающей скважины при данном режиме закачки. Более точное положение этой границы определяют экстраполяцией (рисунок 6.3).

7 Перечень и сведения об особенностях состава жидких отходов производства в ОАО "Газпром"

7.1 Жидкие отходы образуются в результате производственной деятельности организаций, связанных с добычей, переработкой и транспортировкой газа (конденсата), и жизнедеятельности персонала.

7.2 Жидкие отходы производства формируются из четырех источников, соответствующих различным технологическим потокам:

- попутные воды;
- производственные сточные воды;
- дождевые стоки;
- бытовые сточные воды.

7.2.1 Попутные воды поступают вместе с добываемым газом при его сепарации. Они представляют собой смесь пластовых, отличающихся свободным перемещением в пласте при перепаде напоров, и конденсационных вод, являющихся в пластовых условиях парообразной составляющей природного газа.

Пластовые воды отличаются широким диапазоном минерализаций – от почти пресных (2–3 г/дм^3) до рассолов с содержанием солей свыше 200 г/дм^3.

Конденсационные воды, являются ультрапресными и пресными водами с минерализацией до 1 г/дм^3.

7.2.1.1 В процессе разработки месторождения соотношение этих вод может меняться: на первом этапе обычно превалируют конденсационные воды, затем с возрастанием обводненности залежи – пластовые. В связи с такой последовательностью вовлечения различных типов вод обычно наблюдается тенденция увеличения минерализации попутных вод.

7.2.1.2 Попутные воды всегда содержат нефтепродукты, метанол, гликоли и ингибиторы с большим диапазоном вариаций в содержании этих компонентов.

В процессе освоения скважины и на начальном этапе ее эксплуатации в попутные воды может попадать фильтрат бурового раствора, а после капитального ремонта – также кислоты, ПАВ и другие компоненты.

На ПХГ попутные воды обычно содержат технические масла – продукты отработки компрессоров.

Попутные воды характеризуются высокой газонасыщенностью. Наиболее опасными из них являются сероводородсодержащие.

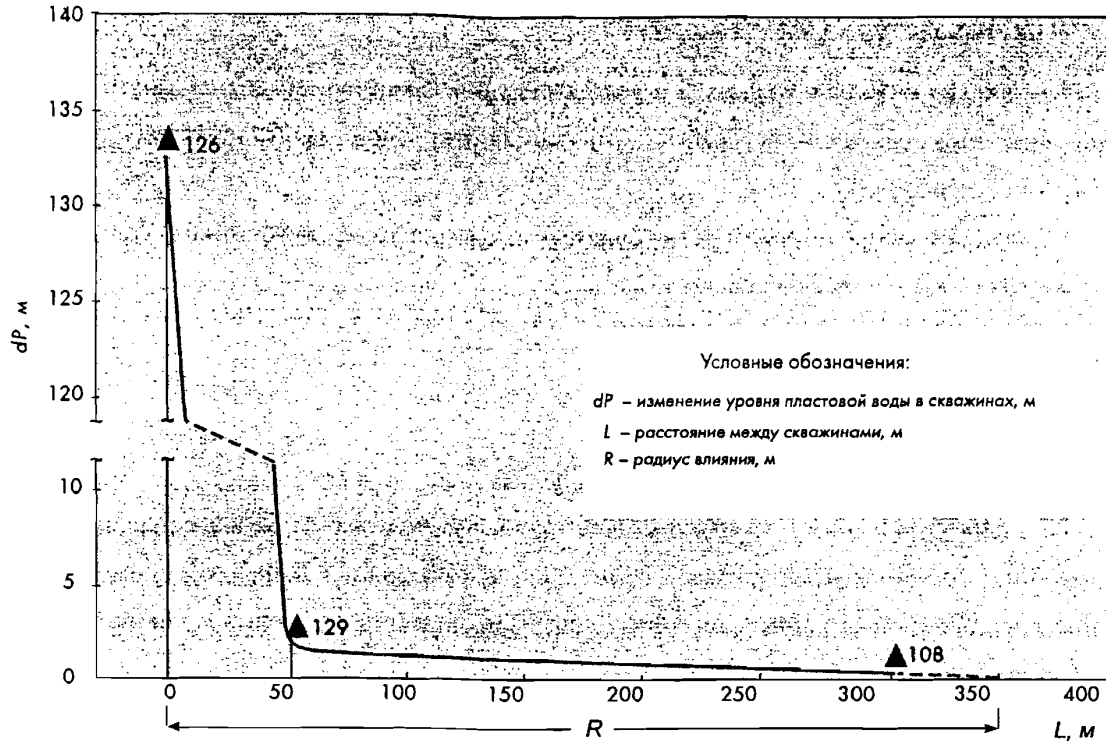


Рисунок 6.3 – Касимовское ПХГ. Профиль гидропрослушивания нагнетательных скважин 126 (возмущающая) – 129 (реагирующая) – 108 (реагирующая)

7.2.2 Производственные сточные воды являются продуктом технологических процессов и характеризуются относительным постоянством химического состава и объемов, загрязненностью нефтепродуктами и химреагентами.

7.2.3 Дождевые стоки представляют собой атмосферные осадки. Они характеризуются неравномерным поступлением во времени и низкой минерализацией. Их загрязнение связано с дымовыми газами различного состава, а также нефтепродуктами и технологическими жидкостями (метанол, диэтиленгликоль, ингибиторы на площадках их хранения и территориях автобаз).

Особенно сильным загрязнением кислыми газами, преимущественно диоксидом углерода, оказываются дождевые воды на объектах сжигания больших объемов природного газа – на компрессорных площадках ПХГ в период закачки газа в пласт, на компрессорных станциях магистральных трубопроводов, у котельных и т.п. У этих объектов дождевые воды приобретают свойства слабой угольной кислоты. А на объектах, где сжигают сероводородсодержащие попутные воды, в дождевые стоки попадает слабая сернистая кислота.

7.2.4 Бытовые сточные воды образуются в процессе жизнеобеспечения персонала организаций.

БСВ представляют собой пресные жидкости, загрязненные органическими соединениями, и характеризуются небольшими, но стабильными во времени объемами.

БСВ могут являться носителями инфекционных болезней.

7.3 На ПХГ объемы и состав производственных сточных вод подвержены резким колебаниям.

В цикле закачки газа, который реализуется в теплый период года, жидкие отходы производства состоят из дождевых вод, бытовых сточных вод и в резко сокращенных объемах – производственных сточных вод.

В цикле отбора, происходящего в период отрицательных температур, основную долю в жидких отходах производства занимают попутные воды, производственные и бытовые сточные воды.

7.4 Объемы жидких отходов производства определяют следующим образом.

7.4.1 Объемы *производственных и бытовых* сточных вод определяются в соответствии с нормами водоотведения и водопотребления в зависимости от структуры и объемов производственной деятельности организации и численности обслуживающего персонала. В последующие периоды работы организации выделенные квоты корректируются по данным фактического водопотребления.

7.4.2 Объемы *попутных* вод на начальном этапе разработки газовой залежи определяют по результатам газодинамических исследований выноса влаги на различных режимах и по аналогии с действующими организациями; на последующих стадиях определения делают на основе прямых замеров водогазового фактора по эксплуатационным скважинам.

По мере накопления фактических данных намечают тенденции обводнения залежи и соответственно прогнозируют объемы поступления попутных вод.

7.4.3 Расчет суммарных объемов дождевых и талых вод Vдт, м^3/год, производят согласно [40], однако практичнее использовать следующую формулу:

$$V_{дт} = h \cdot S - h[a(S_1 + bS_2)], \qquad (1)$$

где h – толщина слоя атмосферных осадков в пересчете на водяной столб, м/год;

S – общая площадь территории, занимаемая организацией, м^2;

a – коэффициент испарения водяного столба, доли ед.;

S_1 – площадь территории с твердым покрытием, м^2;

b – коэффициент инфильтрации водяного столба, доли ед.;

S_2 – площадь территории без твердого покрытия (газоны), м^2.

Значения h, a, b берут из сводок метеорологических станций данной местности.

7.4.3.1 Расчет объемов дождевых вод производят для периода года с положительными температурами; талых – за период года с отрицательными температурами.

7.4.3.2 Расчет объема емкостей для сбора дождевых и талых вод производят по максимальному объему дождевых или талых вод, образовавшихся за 48 часов в любом году предшествующего 20-летнего периода.

7.4.3.3 Если территория без твердого покрытия занимает большую площадь, чем территория с твердым покрытием, расчеты объемов дождевых вод $V_{дт}$, м^3 делают только для территорий с твердым покрытием по формулам:

$$V_{дт} = h \cdot S \cdot (1-a). \quad (2)$$

Расчет объема дождевых вод $V_д$, м^3, производят по формуле

$$V_д = h \cdot S \cdot (1-a), /t^+, \quad (3)$$

где t^+ – период года с положительными температурами, год.

Расчет объема талых вод $V_т$, м^3, производят по формуле

$$V_т = h \cdot S \cdot (1-a), м^3/t^-, \quad (4)$$

где t^- – период года с отрицательными температурами, год.

8 Оценка совместимости жидких отходов производства с пластовыми водами и породами поглощающего горизонта

Совместимость в системах "жидкость–жидкость" и "жидкость–порода" определяют лабораторными и геолого-промысловыми (опытная закачка) методами.

8.1 Лабораторные методы.

8.1.1 Определения делают на установке, собираемой из гостируемых элементов, схема которой изображена на рисунке 8.1.

Установка включает следующие рабочие компоненты:

1 – емкость объемом 0,5–0,7 дм^3 для пробы породы, градуированная;

2 – крышка емкости 1;

3, 4 – запорные вентили;

5 – цилиндр для пластовой воды емкостью 0,5–0,7 дм^3;

6 – соединительная трубка;

7 – мерная линейка высотой 2,0–2,5 м;

8 – стакан для сбора жидкости объемом 0,7–1,0 дм^3;

9 – терморубашка до 80 °С;

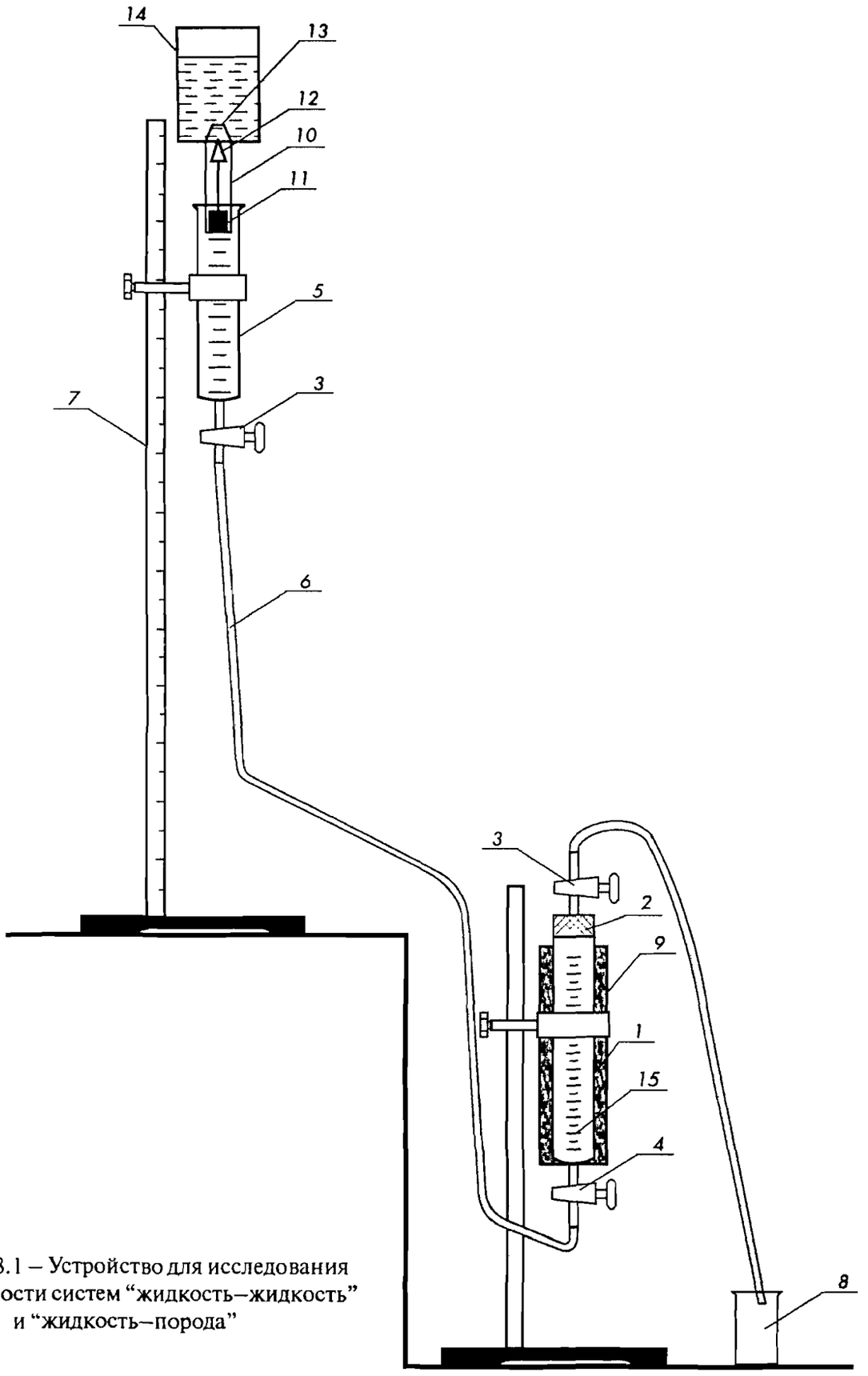


Рисунок 8.1 – Устройство для исследования совместимости систем "жидкость–жидкость" и "жидкость–порода"

10 – кожух клапана (герметичный);

11 –поплавок клапана (устройство описано в [41]);

12 – шток клапана;

13 – седло клапана;

14 – емкость компенсационная объемом 0,5–0,7 дм^3;

15 – указатель уровня.

Рядом с установкой ставят две емкости, аналогичные емкости 14, заполненные испытуемыми жидкостями.

8.1.2 Определение совместимости в системе "жидкость–жидкость".

8.1.2.1 Закрывают вентили 3. В емкость 1 заливают жидкость № 1 (500–700 мл), а в емкость 5 заливают жидкость № 2 (500–700 мл), объемы должны быть равны.

8.1.2.2 В дублях обоих проб делают сокращенный анализ жидкостей и выбирают один из компонентов (Ca, Na, Mg и др.) в качестве индикатора.

8.1.2.3 Из емкости 1 отливают в стакан 8 $^1/_{25\text{-ю}}$ часть жидкости № 1, а из емкости 5 вливают в емкость 1 $^1/_{25\text{-ю}}$ часть жидкости № 2. Перемешивают и выдерживают до завершения взаимодействия (~5 минут). При этом фиксируют параметры раствора: pH, температуру (°С), цвет, мутность, содержание индикатора. Эту процедуру делают до прекращения выпадения в осадок индикатора (стабилизация).

8.1.2.4 По данным количественных определений индикатора С строят график в координатах "доля жидкости № 1 – концентрация индикатора (С)" (рисунок 8.2), на котором точка перегиба С означает минимальную величину иона-индикатора и прекращение образования осадка, выпавшего при использованных соотношениях жидкостей.

8.1.2.5 Образовавшиеся осадки собирают, взвешивают и анализируют.

8.1.3 Определение совместимости в системе "жидкость–порода".

8.1.3.1 Емкость 1 плотно набивают керновым материалом поглощающего горизонта; если керн монолитный, то его предварительно помещают в плотно облекающую резиновую оболочку.

Заполненную породой емкость взвешивают с точностью до миллиграммов, при этом добиваются чтобы пористость образца была близкой к пористости породы.

8.1.3.2 Если температура поглощающего горизонта отличается от температуры помещения, где проводится эксперимент более чем на 15 °С, то с помощью терморубашки 9 ее можно довести до соответствующего значения.

8.1.3.3 Закрывают емкость 1 крышкой 2, вентиль 4 закрыт.

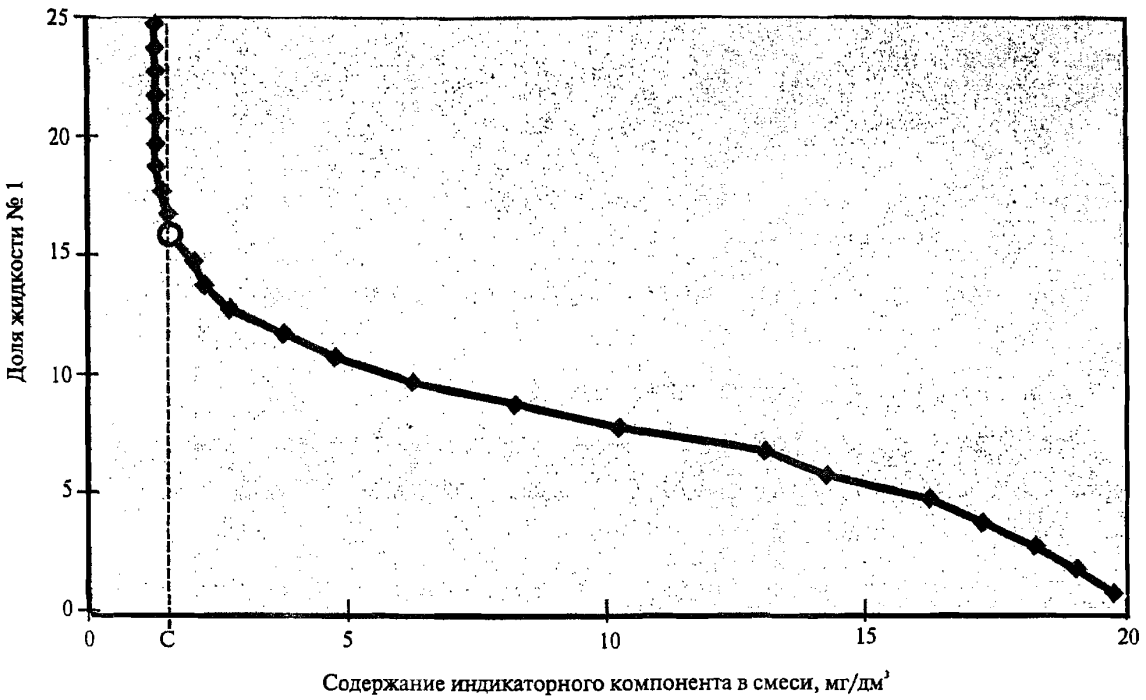


Рисунок 8.2 – График смешения жидкостей

8.1.3.4 Наливают в емкость 5 первой установки жидкость и, приподнимая-опуская емкость 5, вытесняют из трубки 6 воздух (прекращение выделения пузырьков).

8.1.3.5 Устанавливают емкость 5 на высоту 2–2,3 м от основания.

8.1.3.6 Открывают вентиль 4 и заполняют емкость 1 до полного насыщения породы. В журнале фиксируют моменты открытия вентиля 4 (пуск), появления первой капли жидкости в стакане 8, время полного насыщения керна и момент закрытия вентиля 4 (остановка).

8.1.3.7 По градуированной шкале емкости 14 замеряют объем израсходованной жидкости, V.

8.1.3.8 В таком положении установку оставляют на сутки.

8.1.3.9 Через сутки по контрольной емкости определяют объем воды, испарившейся за прошедшее время, и делают соответствующие корректировки.

8.1.3.10 Открывают вентиль 4 и в емкость 8 сливают объем жидкости V, после чего вентиль 4 закрывают.

8.1.3.11 Фиксируют время начала и окончания истечения объема V жидкости, атмосферное давление, комнатную температуру и объем испарившейся воды по показаниям кон-

трольной емкости. Гидростатическое давление истечения жидкости из емкости 14, $h_г$, мм.в.ст., определяется по формуле:

$$h_г = h \cdot \gamma_в, \quad (5)$$

где h – расстояние от уровня жидкости в емкости 5 до дна емкости 1, мм;

$\gamma_в$ – удельный вес, доли ед.

По градуированной шкале емкости 1 замеряют приращение объема породы при контакте с водой.

8.1.4 Рассчитывают проницаемость породы.

8.1.5 Количественную оценку негативного воздействия несовместимости в системе "жидкость–порода" на фильтрационные свойства поглощающего горизонта находят решением следующих операций [36].

8.1.5.1 Объем породы, содержащий 1 дм^3 пластовой воды $V_п$, дм^3, рассчитывают по формуле

$$V_п = \frac{1}{m}, \quad (6)$$

где m – эффективная пористость, доли ед.

8.1.5.2 Площадь поверхности пористой среды породы S, дм^2, в объеме $V_п$ находят по формуле

$$S = \frac{7 \cdot 10^3 \cdot m^{3/2}}{\sqrt{K}} \cdot V_п, \quad (7)$$

где K – проницаемость породы, д.

8.1.5.3 Объем осадка от смешения жидкостей $V_{ос}$, дм^3, определяют по формуле

$$V_{ос} = \frac{M}{\gamma_{ос}}, \quad (8)$$

где M – масса осадка, кг;

$\gamma_{ос}$ – плотность осадка, кг/дм^3.

8.1.5.4 Толщина пленки h, дм, образуемая осадком на площади S, находится по формуле

$$h = \frac{V_{ос}}{S}. \quad (9)$$

8.1.5.5 Средний диаметр поровых каналов породы до взаимодействия с жидкостью $d_{ср}$, мк, определяют по формуле

$$d_{ср} = 5{,}714\sqrt{\frac{K}{m}}. \quad (10)$$

8.1.5.6 Средний диаметр поровых каналов породы после выпадения в них осадка $d_{ср}$, мк, определяют по формуле

$$d_{ср}' = d_{ср} - 10^5 \cdot h. \quad (11)$$

8.1.5.7 Проницаемость породы после осаждения в порах солей k_c, Д· определяют по формуле

$$K_c = 0{,}0306(d_{ср}')^2 \cdot m. \quad (12)$$

8.1.5.8 Уменьшение проницаемости от осаждения солей k_c, Д определяют по формуле

$$k_c = K - K_c, \quad (13)$$

где k_c – проницаемость породы после отложения содей, Д.

8.1.5.9 Относительное уменьшение проницаемости от осаждения солей δ_{Kc}, %, определяют по формуле

$$\delta_{K_c} = \frac{\Delta K_c}{K} \cdot 100. \quad (14)$$

8.1.6 Расчет влияния осадков железа на фильтрационные свойства породы проводится аналогичным способом с учетом, что 1 г двухвалентного железа Fe^{2+} при переходе в Fe^{3+} образует 5 $см^3$ осадка.

8.1.7 Влияние разбухания глинистых минералов на фильтрационные свойства коллектора в термобарических условиях пласта определяют на установке, изображенной на рисунке 8.1.

8.1.8 По результатам определения проницаемости рассчитывается относительное снижение проницаемости от разбухания δ_{Kc}, %:

$$\delta_{K_p} = \frac{k - k_p}{k} \cdot 100, \quad (15)$$

где K_p – проницаемость породы после разбухания, Д.

8.2 Геолого-промысловый способ.

8.2.1 Для опытной закачки предпочтительно использовать разведочные скважины, которые подлежат ликвидации, или отдельные интервалы при освоении скважин, подлежащие в дальнейшем перекрытию цементным мостом в связи с переводом на вышележащий продуктивный объект.

8.2.2 Опытные исследования начинают с закачки пластовой воды.

8.2.3 Второй этап исследований проводят на воде с минерализацией, составляющей 1/3 от минерализации пластовой воды исследуемого горизонта, но не свыше 30 г/дм^3. Минимальный объем закачки – двойной объем скважины. Замеряют приемистость, снимают КВД.

8.2.4 Если приемистость скважины не снизилась более чем на 5 % по сравнению с предыдущими показаниями, то проводят третью закачку водой с минерализацией в 2 раза ниже, чем в предыдущем эксперименте, но не выше 10 г/дм^3. Минимальный объем закачки – 50 м^3.

8.2.5 Последний эксперимент проводится на пресной воде.

8.3 Общее понижение приемистости не должно превышать 20 % от величины приемистости скважины на пластовой воде [38]. Эта цифра является предельной для всех видов стоков, подлежащих захоронению.

9 Подготовка жидких отходов производства к захоронению в поглощающий горизонт

9.1 Общие условия:

Способ подготовки жидких отходов производства выбирают с учетом природно-географических условий и экономической выгоды.

Степень очистки закачиваемой в поглощающий горизонт жидкости при условии ее удовлетворительной совместимости с пластовой водой и породой определяется коллекторскими свойствами поглощающего горизонта. Степень очистки должна обеспечивать устойчивую приемистость нагнетательных скважин при установленных параметрах закачки. Показатели загрязнения определяются для каждого полигона научно-исследовательскими организациями ОАО "Газпром".

Необходимая степень очистки жидких отходов производства определяется лабораторными способами и с помощью опытных закачек в скважину. Предварительную оценку делают на основе данных эксплуатации СПЗЖ с аналогичными условиями.

При выборе технологии подготовки жидких отходов производства для захоронения следует исходить из того, что в настоящее время наиболее экономически выгодным и экологически безопасным методом захоронения жидких отходов на СПЗЖ является совместная закачка в поглощающий горизонт всех видов сточных вод (включая бытовые). Основным способом их подготовки является отстаивание, время которого определяют экспериментальным путем. Если этот срок превышает трое суток, то применяют более эффективные методы их очистки.

9.2 Очистка попутных вод, производственных сточных вод и дождевых стоков сводится к удалению или снижению до допустимого содержания нефтяных компонентов и механических примесей, включая окислы железа.

9.3 Выбор метода подготовки жидких отходов производства начинают с проведения опытных работ по совместимости жидкостей каждого источника жидких отходов производства между собой, с пресной водой, с пластовой водой и породами поглощающего горизонта.

Жидкие отходы производства считаются совместимыми с пластовыми водами и породами поглощающего горизонта, если снижение проницаемости при закачке отходов не превышает 20 %.

После подтвержденной совместимости на лабораторном уровне проводят опытные закачки жидких отходов производства в нагнетательную скважину и при устойчивых режимах закачки устанавливают нормативные содержания примесей в жидких отходах производства для данного полигона, которые не должны превышать:

- по механическим примесям – 300 мг/дм^3;
- по нефтепродуктам:

  а) диспергированным – 150 мг/дм^3;

  б) растворенным – не ограничено;
- по окисному железу – 3 мг/дм^3;
- по сероводороду – 15 мг/дм^3;
- по диэтиленгликолю – 4 г/дм^3;
- по метанолу – 40 г/дм^3;
- по растворенному кислороду – 5 мг/дм^3;
- pH – не ниже 6,8.

При установленной несовместимости пластовой воды с пресной для закачки в поглощающий горизонт готовят только попутные воды и производственные стоки.

9.4 Подготовка бытовых сточных вод для захоронения в поглощающем горизонте заключается в проведении следующих операций:

- осаждение шлама;
- обработка коагуляторами (предпочтительно органические катионного типа, а также сульфаты железа, алюминия или меди);
- дезинфекция (хлорирование, бактерициды, известкование) в соответствии с технологиями [42, 43].

При закачке жидких отходов производства в пласт с водой, имеющей минерализацию более 100 г/дм^3, дезинфекцию бытовых сточных вод можно не проводить (в соответствии с рекомендациями [44]).

В случае несовместимости пресных вод с пластовыми водами или с породами поглощающего горизонта бытовые сточные воды подвергают глубокой очистке (биологической) и размещают на поверхности или сбрасывают в поверхностные водные объекты.

10 Специализированный полигон для захоронения жидких отходов

10.1 Общие требования

СПЗЖ включает комплекс надземных и подземных сооружений, предназначенных для сбора, подготовки, перекачки к нагнетательным скважинам и закачки жидких отходов производства в поглощающий горизонт.

Система обустройства СПЗЖ должна обеспечивать:

- возможность проведения гидрогеологических (замеры уровней, отбор глубинных проб и т.п.) и геофизических исследований в скважинах;

- возможность проведения планово-предупредительных и ремонтно-восстановительных работ;

- проведение работ с учетом требований техники безопасности.

Состав и конструкция сооружений должны соответствовать природно-климатическим условиям района расположения полигона.

10.2 Сборные емкости

Оборудуют системой контроля за уровнем жидкости и автоматического отключения налива при достижении установленного уровня (объема). Предусматривают устройства для удаления шлама из емкостей (например, люки в их нижней части) и всплывающих на поверхность нефтепродуктов с последующим их захоронением или утилизацией. Количество емкостей определяют исходя из объемов образующихся жидких отходов производства и продолжительности их отстоя.

Емкости должны располагаться на огороженных бетонированных площадках со специальными запрещающими знаками. В районах с отсутствием ММП они заглубляются в землю для защиты от замерзания пресных вод, в районах с ММП их устанавливают в теплых помещениях. Конструкция резервуаров должна исключать попадание загрязняющих веществ в почву и грунтовые воды. При высокой коррозионной агрессивности жидких отходов производства емкости должны иметь антикоррозионную защиту. К емкостям обеспечивается круглосуточный доступ транспорта.

Половина из числа накопительных емкостей снабжается пробоотборниками (кранами) для отбора жидкости в двух точках (у поверхности и в средней части).

10.3 Скважины

10.3.1 Нагнетательные скважины должны иметь бетонированные площадки для передвижной буровой установки, насосного агрегата, двух емкостей объемом от 25 до 35 м^3 и вагончика (один на 2–3 скважины) для ремонтной бригады. Наблюдательные скважины оборудуют кольцевыми бетонированными площадками и стационарными лестничными площадками. Нагнетательные скважины оснащают приспособлениями для замеров давления и температуры, к ним должен быть обеспечен круглосуточный доступ автотранспорта.

10.3.2 Контрольные скважины должны иметь кольцеобразные приустьевые бетонированные площадки и устьевое оборудование с надежной и удобной запорной арматурой.

10.3.3 Газовые скважины, подающие газ для газлифта в нагнетательные скважины, должны быть снабжены стационарным газопроводным отводом с газовым счетчиком, образцовым манометром (гнездо), запорно-регулирующим устройством на каждую нагнетательную скважину и факельной установкой, необходимой для сжигания газа, выделяющегося при газлифте.

10.3.4 Нагнетательные скважины должны иметь антикоррозионную защиту.

10.4 Узлы управления

Узлы управления нагнетательными скважинами устанавливают отдельно от устьевого оборудования (в наземных закрытых помещениях), они имеют запорно-регулирующие устройства и контрольно-измерительные приборы (образцовые манометры, жидкостные счетчики, термометры и т.п.).

10.5 Насосные агрегаты

Должны иметь устройства, регистрирующие давление на напорных линиях, продолжительность работы и объемы закачиваемых жидкостей. Они должны автоматически отключаться при заполнении сборных емкостей и при превышениях (понижениях) режимного давления в напорных линиях.

Количество насосных агрегатов и технические параметры определяют исходя из объемов жидких отходов производства и технологических условий эксплуатации полигона. На каждые два-три насоса необходимо иметь один резервный. В условиях коррозионной активности закачиваемых жидких отходов производства резервный насос устанавливают на каждую нагнетательную скважину.

10.6 Трубопроводная сеть

Трубопроводы для подачи жидких отходов производства к нагнетательным скважинам прокладывают в зависимости от климатических условий под землей или над поверхностью с соответствующим утеплителем. Диаметр определяют исходя из максимально возможных объемов жидких отходов производства и величины гидравлических потерь при закачке с коэффициентом запаса 1,5.

10.7 Контрольно-измерительное оборудование и приборы

Контрольно-измерительное оборудование и приборы включают:

- образцовые (технические) манометры до 100 кгс/см^2;
- счетчики объемов закачиваемых жидких отходов производства;
- счетчики объемов газа;
- таймеры;
- термометры;
- запорно-регулирующие устройства:

а) для жидкости;

б) для газа;

- пробоотборники (краны) для отбора жидких отходов производства из накопительных емкостей.

11 Контролируемые параметры

11.1 Для исключения возможного смятия эксплуатационной колонны и заколонного цемента проводят контроль за силовым напряжением, образующимся на колонне и цементном камне у дыр перфорации, используя технологический параметр $\frac{P_{заб.} - P_{пл.тек.}}{P_{пл.тек.}}$, который не должен превышать значения, принятого при обосновании режима закачки промстоков в нагнетательную скважину.

11.2 Проводят регистрацию следующих параметров:

- время работы насоса на каждую нагнетательную скважину;
- давление нагнетания на насосе и на устье нагнетательной скважины;
- объем закачанной жидкости на период работы насоса;
- плотность закачиваемой жидкости и ее температуру.

11.3 В комплекс лабораторных исследований, помимо определения физических свойств и химического состава закачиваемой жидкости, в обязательном порядке следует включить определение содержания в ней шлама, вес которого определяют в условиях глубокого

просушивания (~800 °С) и прокаливания (~1500 °С). Определения делают периодически один раз в квартал.

11.4 Количество захораниваемых жидких отходов производства регистрируют по каждой скважине. Ежесуточно по СПЗЖ регистрируют количество закачанных попутных вод, производственных сточных вод, дождевых стоков и бытовых сточных вод.

11.5 При газлифтном способе восстановления приемистости нагнетательных скважин замеряют:

- давление подаваемого газа;
- дебит газа;
- продолжительность закачки газа;
- объем извлеченной жидкости и ее химический состав;
- объем извлеченного шлама;
- фракционный состав шлама в соответствии с таблицей 11.1.

Таблица 11.1 – Гранулометрический состав твердых частиц, выносимых на поверхность и закачиваемых в поглощающий горизонт

Размер фракций, мм	Частицы, выносимые на поверхность			Частицы, закачиваемые в поглощающий горизонт			Примечание
	Скважины						
	№ скв.	№ скв.	№ скв.	№ скв.	№ скв.	№ скв.	
2,00-1,00							
1,00-0,60							
0,60-0,40							
0,40-0,30							
0,30-0,25							
0,25-0,20							
0,20-0,16							
0,16-0,10							
0,10-0,05							
0,05-0,01							
<0,01							

12 Расчет гидравлических потерь в нагнетательной скважине

12.1 Расчетным путем гидравлические потери определяются следующим образом:

12.1.1 Определяют скорость потока в трубах V, м/с, по формуле:

$$V = \frac{Q}{F}, \qquad (16)$$

где Q – дебит закачки жидкости, см³/с,

F – площадь сечения межтрубного (кольцевого) пространства, м².

F находят по таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Площадь сечения межтрубного (кольцевого) пространства

Диаметр эксплуатационной колонны, мм	Диаметр НКТ, дюймы				
	2	2 1/2	3	3 1/2	4
	Площадь сечения межтрубного пространства, мм²				
146	100,10	87,00	66,60	47,63	-
168	148,10	135,00	114,60	95,63	74,10
219	-	282,00	260,50	241,53	221,00

12.1.2 По таблице 12.2 находят коэффициент трения для НКТ.

Таблица 12.2 – Коэффициент трения труб

Диаметр труб, дюймы	2	2 1/2	3	4	5	6	8
Площадь сечения в свету, см²	20,2	30,2	45,4	79,3	128,7	176,7	323,6
Коэффициент трения	0,037	0,035	0,034	0,032	0,030	0,028	0,020

Гидравлические потери h, м, (или $\Delta P_{тр}$, кгс/см²) рассчитывают по формулам:

$$h = \lambda \cdot \frac{H}{d} \frac{V^2}{2g}, \qquad (17)$$

где λ – коэффициент трения труб, доли ед;

H – длина НКТ, м;

V – скорость потока, м/с;

d – внутренний диаметр НКТ, м;

g – ускорение силы тяжести (9,81 м/с²)

и

$$\Delta P_{тр} = \frac{H\gamma}{10}, \qquad (18)$$

где γ – плотность закачиваемой жидкости, г/см³.

12.2 Наиболее оперативно и точно гидравлические потери в нагнетательных скважинах можно определять прямым путем по способу, описанному в [36]:

12.2.1 Устанавливают образцовые манометры на устье НКТ и устье межтрубного пространства.

Закачку жидкости в скважину можно проводить двумя способами: первый способ – закачка в НКТ и второй – в межтрубное пространство.

При закачке по первому способу закрывают приток жидкости в межтрубное пространство. Гидравлические потери в НКТ $\Delta P_{НКТ}$, кгс/см², определяют по разности показаний манометров, используя формулу

$$\Delta P_{НКТ} = P_{НКТ} - P_{затр}, \quad (19)$$

где $P_{НКТ}$ – показание манометра, установленного на устье НКТ, кгс/см².

$P_{затр}$ – показание манометра, установленного на устье межтрубного пространства, кгс/см².

При закачке по второму способу закрывают приток жидкости в НКТ. Гидравлические потери в межтрубном пространстве $\Delta P_{затр}$, кгс/см², определяют по разности показаний манометров, используя формулу

$$\Delta P_{затр} = P_{затр} - P_{НКТ}. \quad (20)$$

12.2.2 Забойное давление $P_{заб}$, кгс/см², на глубине Н, м, рассчитывают по формуле

$$P_{заб} = \frac{H \cdot \gamma}{10}. \quad (21)$$

Гидравлические потери в трубопроводе определяют по разности показаний образцовых манометров на его входе и выходе.

При закачке в межтрубное пространство гидравлические потери снижаются во много (до десятков) раз, поэтому при необходимости закачки жидких отходов производства свыше 500 м³/сут следует рассмотреть возможность использования для нагнетательных скважин 127-мм или 168-мм обсадные колонны и проводить закачку в межтрубное пространство. Они позволяют проводить закачку с более высоким устьевым давлением при минимальных потерях энергии.

13 Контроль за состоянием нагнетательных скважин

13.1 В условиях СПЗЖ постоянно возрастающая репрессия на поглощающий горизонт (как, например, это показано на рисунке 13.1) может привести к смятию эксплуатационной колонны и разрушению заколонного цемента на большую высоту от нижних дыр перфорации.

13.2 Для избежания разрушительных последствий закачки на заключительном этапе разработки газовой залежи следует поддерживать такой режим закачки, чтобы забойное давление не превышало пластового на величину *давления* смятия эксплуатационной колонны и разрушения цемента. Последнее определяется экспериментальным путем в лабораторных условиях.

13.3 Физическое состояние колонны определяется периодическими геофизическими исследованиями и по содержанию продуктов коррозии при промывках скажины, а давление закачки регулируется величиной объемов закачиваемых жидких отходов.

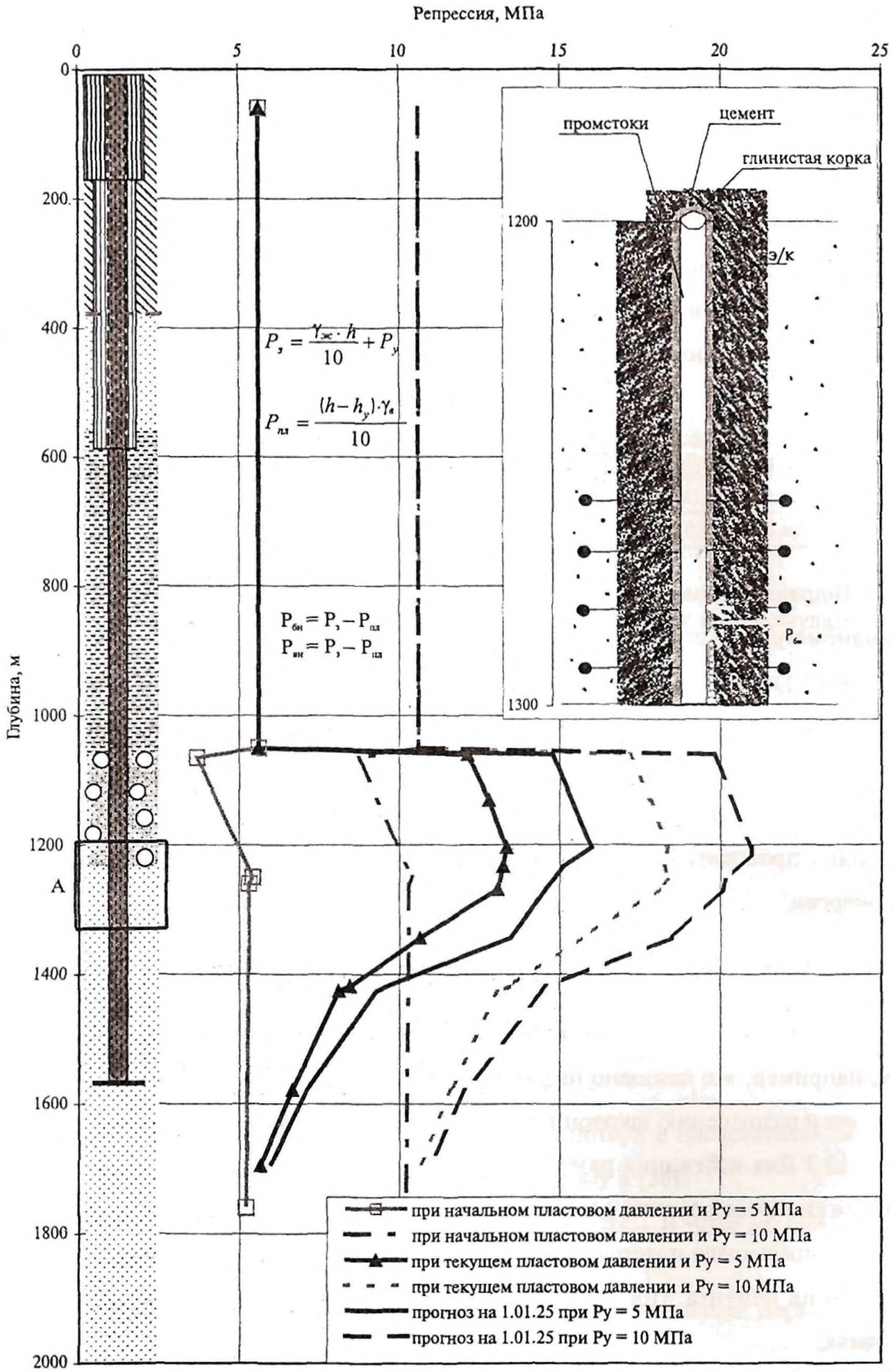


Рисунок 13.1 – Изменение боковой нагрузки на эксплуатационную колонну и цементный камень

14 Мероприятия по восстановлению и консервации контрольных гидрогеологических (пьезометрических) скважин

14.1 Прошаблонировать скважину и определить ее текущий забой.

14.2 Промерить температуру по стволу.

14.3 Удалить из ствола скважины посторонние предметы, если они обнаружены выше дыр перфорации.

14.4 Определить уровень жидкости и глубину раздела "конденсат–вода" (в районах распространения многолетнемерзлых пород).

14.5 Газлифтом (компрессор, напорный газ) выдавить сначала конденсат, а затем воду, при этом отобрать пробу конденсата, а затем воды для физико-химических анализов.

14.6 Отобрать глубинную пробу воды для определения газосодержания и химсостава, а также показателей, характерных для закачиваемых промстоков.

14.7 Откачку воды из скважины проводить по правилам гидродинамических исследований (замерять дебиты, уровни, время).

14.8 При выносе терригенного материала (песок, глина и т.п.) отобрать пробы его на всех исследуемых режимах с определением его удельного содержания в откачиваемой воде и занести в таблицу 11.1.

14.9 После откачки провести прослеживание восстановления давления (уровня) в скважине до статического глубинным манометром или уровнемером.

14.10 Отобрать глубинную пробу воды у дыр перфорации для определения химсостава и газосодержания.

14.11 Если статический уровень в скважине на пластовой воде устанавливается в зоне отрицательных температур, то необходимо рассчитать количество конденсата, которое следует закачать в скважину, и зафиксировать новый статический уровень.

14.12 Если согласно предварительным расчетам в области гидродинамического влияния исследуемого пьезометра находится скважина, вскрывающая тот же горизонт, то одновременно следует провести исследования методом гидропрослушивания.

14.13 Откачанный конденсат сжечь или отправить на переработку.

14.14 Откачанную пластовую воду отстоять 2–3 дня в накопительной емкости и отправить на ближайший полигон для закачки в пласт.

14.15. Результаты всех исследований занести в паспорта скважин. На устья скважин установить запоры, исключающие доступ к ним посторонних лиц.

14.16 После проведения восстановительных работ в те скважины, в которых имеется опасность замерзания жидкости, залить нетоксичную незамерзающую жидкость (например, газоконденсат).

14.17 Расчет условий консервации скважин приведен в приложении А.

15 Расчет подземного растекания жидких отходов производства

15.1 Специфика геолого-гидрогеологических условий для СПЗЖ, имеющих гидравлическую связь с разрабатываемой залежью и несоизмеримо большую по сравнению с интервалом перфорации мощность поглощающего пласта, накладывает свои особенности на расчетный аппарат их главнейших параметров, и в первую очередь – для расчета области подземного растекания промстоков.

15.2 Методика базируется на гидродинамическом постулате, что в сообщающихся сосудах при наличии перепада напоров создается движение жидкости, направленное в сторону этого падения, и поэтому резервуар подземного растекания жидких отходов производства ограничивается геометрической поверхностью, в каждой точке которой соблюдаются условия равенства действующих и противодействующих сил, как это показано на рисунке 15.1.

Обозначения к расчету подземного растекания жидких отходов производства смотри в разделе 3.1.

Формула расчета текущей эффективной мощности поглощающего горизонта $h_{эф}$, м, выглядит следующим образом:

$$h_{эф} = C_1 \{ [(\overline{H}^{НДП}_{НДП} - \overline{H}^{НДП}_{ПВД}) + (I_{НДП} - I_{ГВК})] + C_1 \cdot C_2 \cdot h_{ГВК} \}, \qquad (22)$$

где C_1 – коэффициент, учитывающий содержание в поглощающем интервале проницаемых прослоев, доли ед.;

C_2 – коэффициент, учитывающий часть порового объема газонасыщенного коллектора, занимаемого вторгающейся водой, доли ед.

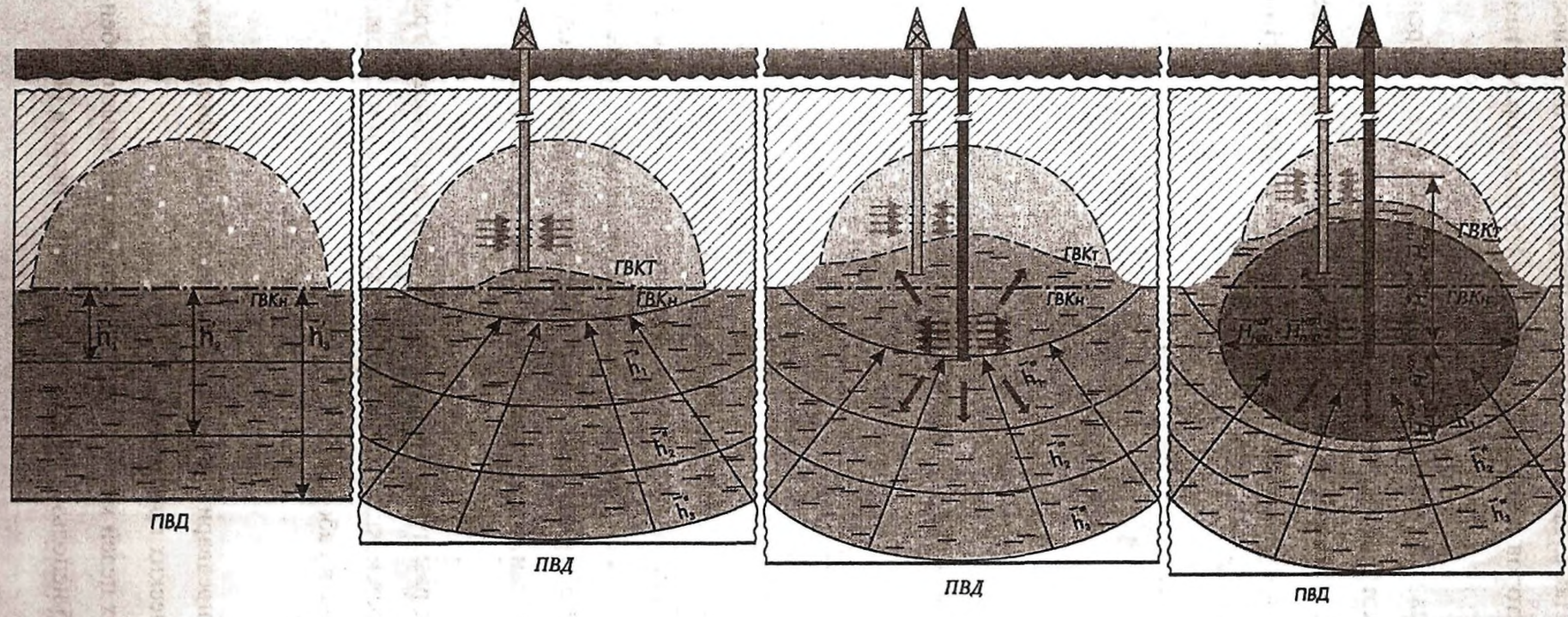
Коэффициенты C_1 и C_2 определяются геофизическими методами.

Из формулы следует, что понижение дыр перфорации увеличивает рабочую эффективную мощность горизонта поглощения, а радиус подземного растекания жидких отходов производства при этом относительно уменьшается. При необходимости уменьшить скорость и дальность растекания жидких отходов производства необходимо вскрыть дополнительные мощности поглощающего горизонта.

Расчет радиуса ареала подземного растекания жидких отходов производства Ra выполняют по формуле

$$R_a = \sqrt{\frac{\sum V_ж}{K_в \cdot K_{ох.пр.} \cdot \pi h_{эф} m_{эф}}}. \qquad (23)$$

Величины $K_в$ и $K_{ох.пр}$ определяют экспериментальным путем по методике [45]. Для терригенных коллекторов $K_{ох\,пр.} \approx 0{,}55$.



Условные обозначения:

1) — газовая скважина
2) — нагнетательная скважина
3) — газовая залежь
4) — потоки газа
5) — потоки жидких отходов производства
6) $ГВК_н$ — газоводяной контакт начальный
7) $ГВК_т$ — газоводяной контакт текущий
8) ПВД — подошва воронки депрессии
9) $\bar{h}'_1 - \bar{h}'_3$ — приведенные напоры в статике (начальные)
10) $\bar{h}''_1 - \bar{h}''_3$ — приведенные напоры в динамике
11) — интервал перфорации
12) — потенциальный резервуар подземного растекания жидких отходов производства
13) — покрышка

Рисунок 15.1 – Принципиальная схема развития депрессионной воронки и подземного растекания жидких отходов производства

Согласно документу [38] при расчетах следует использовать коэффициент надежности (b), который для терригенных коллекторов принимается равным 1,5 (полуторакратное увеличение $V_ж$), а для карбонатных – 3,0.

Способ расчета Ra поясняет таблица 15 1 (исходные данные) и рисунок 15 2 для Уренгойского полигона (участок УКПТ), для которого $K_в$ = 0,8, а $K_{ох.пр.}$ = 0,55.

15 3 В условиях отсутствия гидравлической связи между поглощающим горизонтом и залежью УВ в поглощающем горизонте при закачке происходит повышение давления (ΔР, кгс/см²), которое определяют по формуле

$$\Delta P = \frac{Q}{4\pi K_{лат} h_{эф}} \ln \frac{2{,}25\chi t}{r_0^2}, \qquad (24)$$

где Q – приемистость, м³/сут;

Х – пьезопроводность, м²/сут;

t – время эксплуатации, сут;

r_0 – радиус скважины или приведенный радиус нагнетательного узла, м.

R_a рассчитывают по формуле

$$R_a = \sqrt{\frac{\Sigma V_ж}{\pi \cdot h_{эф} \cdot m_{эф}}}, \qquad (25)$$

$h_{эф}$ определяют по геофизическим данным.

15.4 В условиях гидравлической связи поглощающего горизонта с залежью УВ и при малой эффективной мощности его (не более 30 м) расчет подземного растекания жидких отходов производства проводят по формуле (23) Радиус максимально возможного растекания на заданных режимах закачки ограничен величиной гидравлического влияния нагнетательных скважин, которое определяют по данным гидропрослушивания скважин (см. 6.3). ΔР – не определяют.

Примеры прогнозных расчетов для различных граничных условий, деформации границы раздела в случае неравенства плотностей жидких промышленных отходов и пластовых вод, дисперсии границы раздела приведены в работе [37].

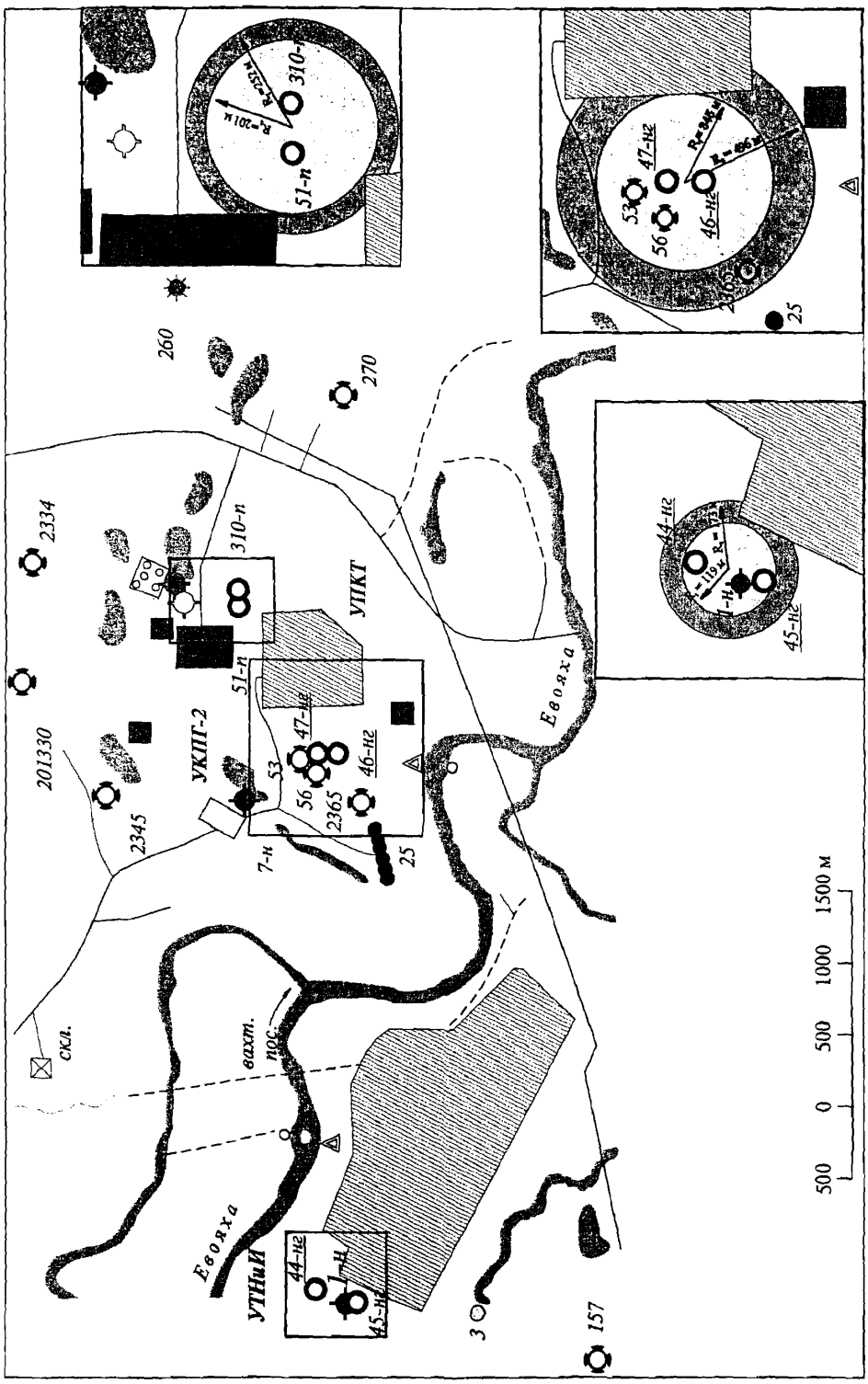
16 Утилизация шлама

16.1 Перед утилизацией проводят предварительную очистку шлама от нефтепродуктов с помощью химических или биологических препаратов.

Из химических препаратов для этих целей можно использовать специальные сорбенты типа "ТГ" и его модификаций. Способ использования этого сорбента описан в [46].

Таблица 15.1 – Расчет подземного растекания жидких отходов (на 01.01.2004 г.)

Участки полигона	Глубина, м					Давление, кг/см^2		Приведенные напоры, м вод.			Высота подъема ГВК, $h_{гвк}$, м	$h^{эф}_{гвк}$, м	Мощность эффективная, $h_{эф}$, м	Объем закачек жидких отходов, $V_ж$, тыс. м^3	Радиус растекания, м	Радиус растекания с учетом коэффициента, м
	$l_{ндп}$	$l_{вод}$	$l_{ст.тек.}$	$l_{ндп} - l_{гвк}$	$l_{сам} - l_{ндп}$	$P_{сам}$	$P^{зак}_{ндп}$	$\overline{H}^{ндп}_{ндп}$	$\overline{H}^{ндп}_{пвд}$	$\overline{H}^{1250}_{ст.тек.}$						



Рисуной 15.2. – Уренгойское НГКМ. УКПГ-2. Полигон захоронения жидких отходов производства

16.2 Загрязненный шлам складируют в кучи и смывают с помощью струи подогретого 0,1–0,5 % раствора специального реагента на сетчатый материал. По мере отмывки шлама нефтенасыщенный раствор при стекании фильтруется через сорбент, а очищенный накапливается в сборном приямке, из которого вновь направляется на отмывку.

Степень очистки шлама от загрязнения контролируют определением содержания нефтепродуктов в промывочной жидкости.

16.3 Биологический способ очистки нефтесодержащего шлама заключается в обработке его бактериальным препаратом типа "Деворойл" [47] или реагентами "Биореструктор", "Вилентис", "Маг" и др., применение которых согласовано с МПР России и ОАО "Газпром".

Шлам после обработки следует использовать при сооружении площадок на скважинах, промышленных площадках и т.п.

17 Восстановление приемистости нагнетательных скважин

17.1 Газлифтный метод

17.1.1 В условиях СПЗЖ способ газлифта выполняет две функции:

- выносит материал, кольматирующий призабойную зону нагнетательной скважины;
- удаляет из воды призабойной зоны пузырьки газа, снижающие эффективную пористость коллектора.

17.1.2 Метод газлифта основан на снижении градиента давления жидкости в стволе скважины с помощью газа, имеющего значительно меньшую плотность. Принципиальная схема его воздействия на пласт показана на рисунке 17.1. Оптимальный режим газлифта находят путем установки клапана в лифтовых трубах на такой глубине, чтобы образуемая депрессия на пласт позволяла выносить с забоя минеральные частицы, не разрушая коллектора призабойной зоны.

Способ расчета устьевого давления, по которому определяется оптимальная глубина установки клапана, приводится в приложении Б.

Примерная схема обвязки нагнетательных скважин для стационарного газлифта показана на рисунке 17.2. Контроль за качеством восстановления приемистости скважины определяют по кривым КВД до и после проведения ремонтных работ или по величине приращения приемистости при одинаковых условиях закачки.

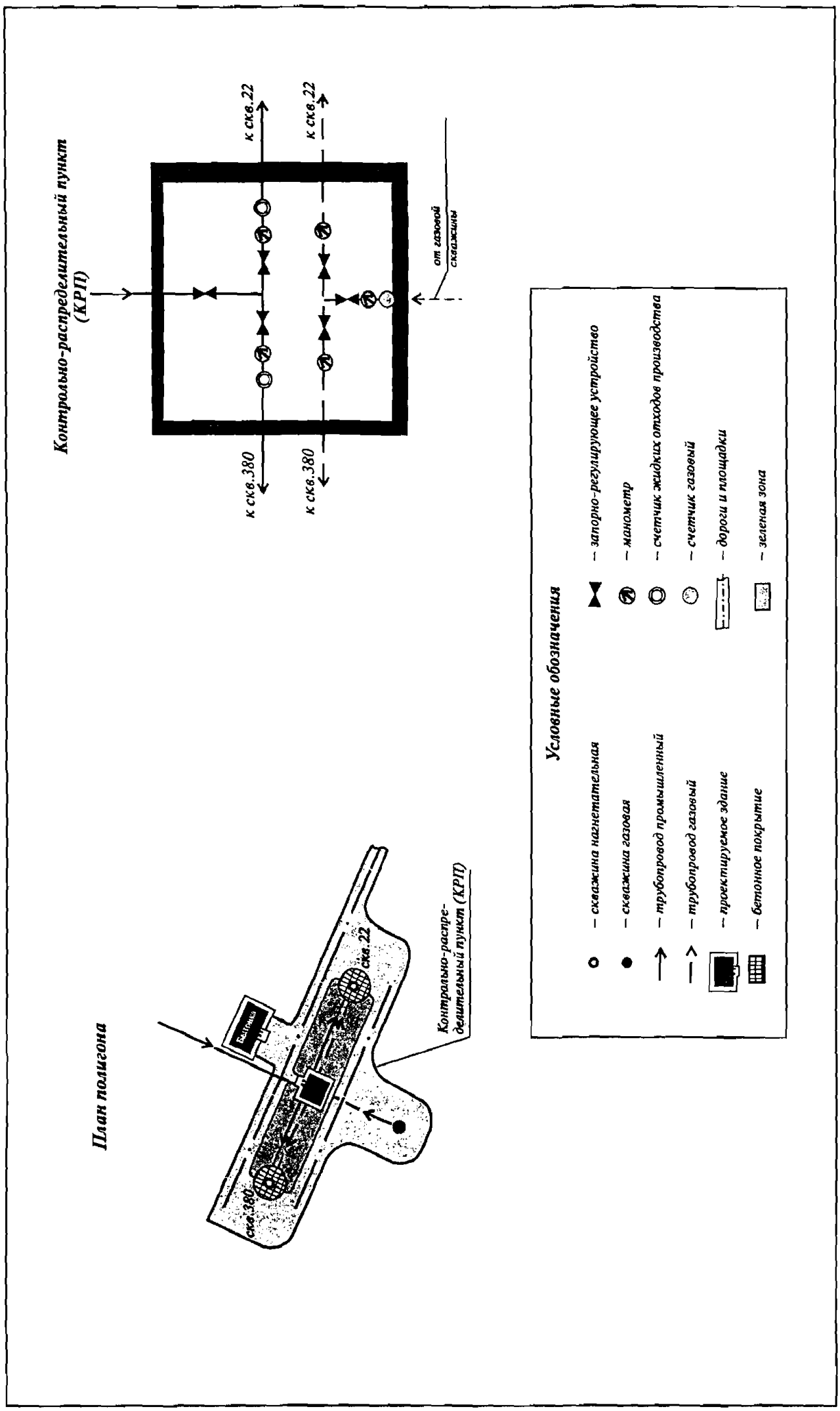


Рисунок 17.2 – Типовая схема обустройства полигона закачки жидких отходов производства

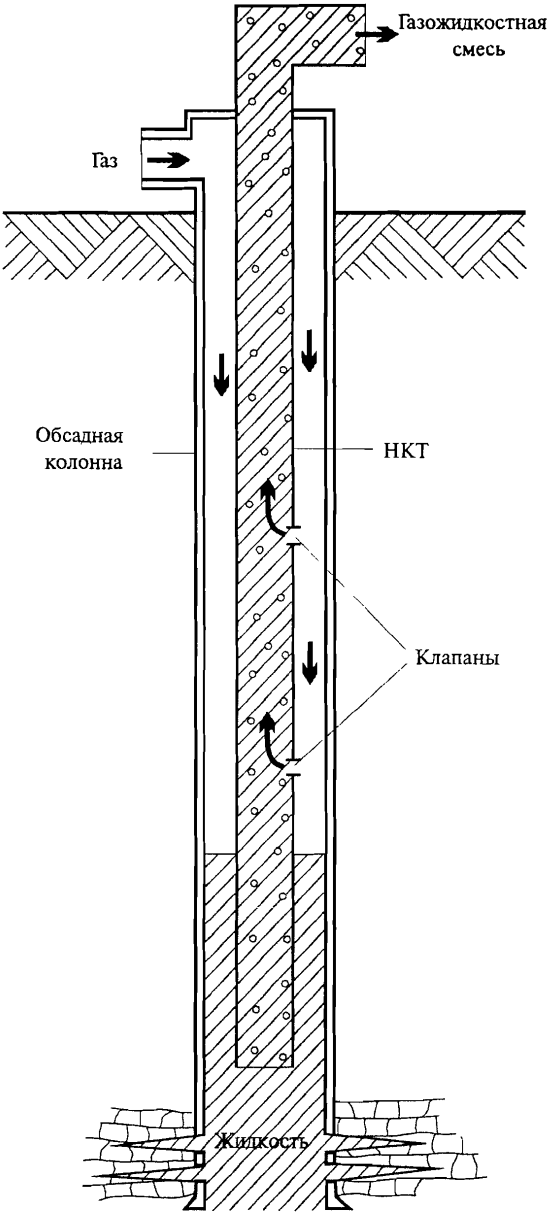


Рисунок 17.1 – Газлифт

17.2 Микробиологический способ

17.2.1 Технологии очистки призабойной зоны скважины, основанные на микробиологических процессах, отличаются малой инвестиционной потребностью, высокой эффективностью и экологической безопасностью. Эффективность биотехнологий обусловливается тем, что микробные метаболиты образуются в основном непосредственно в контакте с углеводородами в пористой среде, что увеличивает эффективность их воздействия.

17.2.2 Основные условия применения микробиологических технологий зафиксированы в таблице 17.1.

Таблица 17.1 – Параметры применения микробиологических технологий

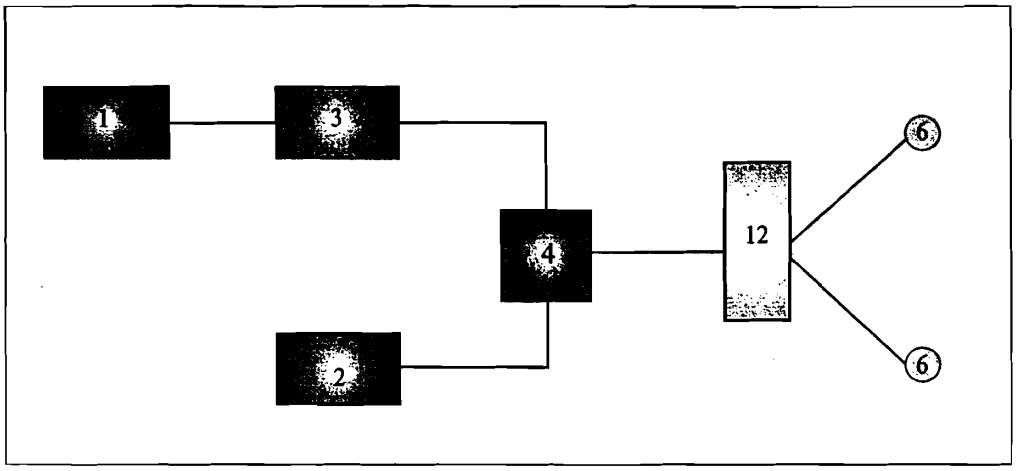
Характеристики пласта и флюидов	Допустимый интервал	Оптимальные значения
Тип коллектора	Поровый, трещинно-поровый	Поровый
Толщина продуктивного пласта, м	не менее 1	3-20
Пористость, %	12-25	17-25
Проницаемость, мкм^2	больше 0,05	больше 0,20
Пластовое давление, МПа	до 40,0	–
Температура пласта, °С	20-80	30-50
Общая минерализация пластовых вод, г/дм^3	до 300	до 100
Общая минерализация закачиваемых вод, г/дм^3	до 60	до 30
Содержание сульфатов в пластовой и закачиваемых водах, мг/дм^3	до 1000	до 50
Обводненность, %	40-95	60-80
Вязкость нефти, мПа·с	1-100	3-20

Технологически процесс обработки призабойной зоны нагнетательной скважины осуществляется по схеме, показанной на рисунке 17.3.

По окончании нагнетания расчетного объема биомассы для его продавливания в пласт закачивают жидкие отходы производства объемом 10–20 м^3.

Объем закачки биомассы рассчитывают таким образом, чтобы биопрепарат мог охватить необходимую зону улучшения ФЕС.

Последующий низконапорный газлифт вынесет продукты деструкции нефтепродуктов и шлам, усилит очистку призабойной зоны нагнетательной скважины



1 – емкость с раствором биомассы (Деворойл)

2 – компрессор

3 – насос

4 – аэратор

5 – распределительная гребенка

6 – нагнетательные скважины

Рисунок 17.3 – Схема использования биотехнологии

18 Гидрогеоэкологический контроль за эксплуатацией полигона

Разделы по контролю за состоянием окружающей среды на СПЗЖ являются неотъемлемой частью проектов на их сооружение и эксплуатацию.

Нормативная правовая база организации мониторинга зафиксирована в документах [19–25].

Основные принципы и направления организации мониторинга изложены в специальных руководствах и публикациях [48–50], согласно которым его разработка начинается уже на стадии разведочных и строительных работ по созданию полигона.

18.1 Природоохранные требования к СПЗЖ

Комплекс сооружений СПЗЖ должен обеспечить:

- предотвращение возможных изливов жидких отходов производства на поверхность;

- снабжение технологических узлов с большой вероятностью аварийности автоматическими контролирующими устройствами и аппаратурой;

- природоохранные и санитарные условия (мониторинг);

- санитарно-гигиеническую безопасность обслуживающего персонала.

18.2 Природоохранные мероприятия

18.2.1 Если по площади или глубине расчетный ареал подземного растекания жидких отходов производства выходит за границы горного отвода газодобывающей организации, то на недостающую часть горного массива оформляется дополнительное разрешение.

18.2.2 Полигон должен иметь СЗЗ, состоящую из одного или двух поясов, в соответствии с [51].

18.2.2.1 Первый пояс СЗЗ ограничивается пятнадцатиметровым радиусом от нагнетательной скважины и должен быть огорожен. На нем устанавливаются предупредительные знаки и на его территории запрещается пребывание посторонних лиц. На остальных технологических объектах полигона, расположенных вне первого пояса СЗЗ, действует условная пятиметровая зона.

18.2.2.2 Второй пояс СЗЗ ограничивают периметром расчетной зоны подземного растекания жидких отходов производства с коэффициентом увеличения площади в полтора раза.

18.2.3 Эксплуатация СПЗЖ должна сопровождаться оформлением и ведением гидрогеоэкологического паспорта, в котором фиксируются начальные гидрогеоэкологические условия на момент пуска СПЗЖ в эксплуатацию и результаты регулярных исследований в процессе его эксплуатации. По результатам этих исследований ежегодно составляют краткие отчеты, включающие сведения по следующим показателям:

- Структура и состав наблюдательной сети.

- Основные технологические узлы полигона.

- Характеристика подземных вод поглощающего горизонта.

а) Гидродинамический режим (пластовое давление, уровни жидкости в скважинах).

б) Гидрохимический режим.

в) Температурный режим.

г) Положение подземного ареала растекания жидких отходов производства.

- Характеристика жидких отходов производства (вид, объемы, химический состав, санитарно-биологическое состояние и т.п.).

- Режим закачки в нагнетательные скважины.

- Система контроля за подземным захоронением жидких отходов производства и утилизацией шлама, их эффективность и результаты.

- Возникшие и возможные аварийные ситуации, связанные с захоронением жидких отходов производства, и способы их ликвидации.

- Отклонения от прогнозных оценок расчетов эксплуатации полигона и гидрогеоэкологические последствия.

- Результаты анализа состояния окружающей среды.

- Перечень согласований с надзорными и контролирующими организациями.

Гидрогеоэкологический паспорт оформляется работниками организации с участием научно-исследовательской организации, осуществляющей авторский надзор за эксплуатацией СПЗЖ.

18.2.4 Гидрогеоэкологический мониторинг эксплуатации СПЗЖ, находящегося в пределах горного отвода газодобывающей организации, проводится в рамках общего производственно-экологического мониторинга за эксплуатацией этой организации и реализуется как локальный мониторинг.

18.2.5 Полигон СПЗЖ является объектом территориального уровня и входит в состав Государственного мониторинга состояния недр (ГМСН), включающего ряд подсистем [52].

18.2.6 Объектами подсистемы мониторинга подземных вод являются природные и промышленные объекты, находящиеся под возможным влиянием и воздействием эксплуатации СПЗЖ.

К числу этих объектов относятся:

- подземные, в первую очередь питьевые воды;

- горные породы в пределах горного отвода;

- технологические объекты – скважины, трубопроводы, накопительные емкости и т.п.

18.2.7 Гидрогеоэкологический мониторинг реализуется посредством:

- проведения наблюдений за состоянием компонентов природной среды;

- прогноза изменения состояния природной среды;

- разработки комплекса мероприятий по предотвращению или смягчению негативных последствий эксплуатации полигона.

18.2.8 Базой информационного сопровождения гидрогеоэкологического локального мониторинга являются геолого-промысловые и лабораторные (опытно-экспериментальные) и др. исследования в следующем объеме.

18.2.8.1 Геолого-промысловые исследования.

Во всех исследуемых скважинах проводят следующие работы:

- шаблонирование и определение текущего забоя;

- замер статического (на данный период) уровня жидкости в скважине;

- замер забойного давления и температуры.

В нагнетательных скважинах при откачках проводят замеры, необходимые для расчета гидродинамических параметров, и отбирают пробы выносимой жидкости и шлама.

В наблюдательных скважинах глубинным пробоотборником отбирают пробу жидкости и один раз в два года проводят откачки жидкости из скважины в размере двух скважинных объемов с отбором проб жидкости и газа (на устье и глубинным пробоотборником).

В наблюдательных скважинах на питьевой горизонт два раза в год проводят отборы глубинных проб и один раз в год откачки воды с определением фильтрационных параметров.

В глубинных пробах определяют объемы газа и воды и замеряют pH и количество гидрокарбонат-иона; пробы воды консервируют на металлы, нефтепродукты и органические соединения по методикам [53].

На полигонах ПХГ исследования всех видов скважин проводятся в промежутках между циклами, обычно весной и осенью.

На полигонах, расположенных в районах развития ММП, исследования на всех видах скважин следует проводить в начале и конце теплого периода года.

В газовых скважинах, используемых для контрольных целей, проводят:

а) замер устьевых давлений;

б) отбор проб газа (два раза в год);

в) отбор попутных вод из скважины два раза в год.

Пробы воды консервируют.

18.2.8.2 Отбирают пробы захороняемых жидкостей:

а) попутные воды;

б) дождевые стоки;

в) производственные сточные воды;

г) бытовые сточные воды;

По пунктам а), в) пробы отбирают один раз в квартал: 1) до отстоя, 2) после отстоя. По пункту г) пробы отбирают ежемесячно. По пункту б) в период положительных температур, один раз в квартал во всех пробах на месте определяют pH и гидрокарбонат-ион.

18.2.8.3 При газлифтном способе восстановления приемистости:

а) замеряют расход и давление газа в газлифтной скважине (газопроводе);

б) отбирают пробы скважинной жидкости в начале, середине и конце проведения газлифта;

в) замеряют объемы вынесенных жидкостей и удельные содержания шлама.

Частота проведения газлифта определяется временем снижения приемистости скважины за период эксплуатации на 30 % от исходного; во всех пробах сразу после отбора определяют pH и гидрокарбонат-ион.

18.2.8.4 Почвенный покров:

а) отбирают пробы почвы у нагнетательных скважин;

б) в зимнее время отбирают пробы снега.

Пробы почвы отбирают один раз в год с наступлением теплого времени.

18.2.8.5 Геофизические методы исследования проводят для решения задач:

а) определение негерметичности эксплуатационных колонн и насосно-компрессорных труб;

б) оценка качества заколонного цементажа;

в) определение профиля приемистости поглощающих скважин и др.

В нагнетательных скважинах такой комплекс исследований необходимо проводить не реже 1 раза в два года, а в наблюдательных скважинах – 1 раз в 5 лет.

18.2.9 Комплекс лабораторных и опытно-экспериментальных работ.

Лабораторные исследования заключаются в следующем:

- определение физико-химических показателей пластовых вод, техногенных жидкостей и утилизируемых жидкостей (промстоков);

- выявление информативных показателей (коррелятивов) для идентификации пластовых вод и посторонних жидкостей;

- выявление загрязнителей;

- характер физико-химических превращений в подземных водах и вмещающих породах;

- анализ водорастворенных газов;

- анализ вытяжек почвы и талой воды (снега).

В соответствии с этими задачами химико-аналитические определения проводят:

- в водах подземных горизонтов, использующихся для хозяйственно-питьевого водоснабжения в соответствии с требованиями стандартов [54];

- в попутных, дождевых, производственных и бытовых сточных водах – общий химический анализ;

- в бытовых стоках дополнительно определяют ХПК, БПК и содержание патогенных организмов (стерильность) в соответствии с [55];

- в пластовых водах, подстилающих питьевой горизонт, достаточно определять общий химический состав и содержание водорастворенных газов и их компонентный состав [53];

- в природном газе эксплуатационных скважин, используемых в контрольных целях, определяют содержание воды и микрокомпонентный состав природного газа [56];

- периодически (раз в 3 месяца) в водах контрольных скважин горизонта, используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения, необходимо проводить тесты на содержание патогенных организмов.

Периодичность исследований устанавливают с учетом проведения плановых или аварийных работ, однако качественный и количественный объем этих работ в значительной мере корректируется опытным путем в зависимости от особенностей, скорости и значимости изменения тех или иных параметров во времени.

Проводится полный комплекс исследований по пунктам 18.2.8.1–18.2.9 во всех вновь пробуренных скважинах.

Определенные отклонения от системности и периодичности исследований могут быть вызваны чрезвычайными ситуациями, например аварийностью и т.п.

При разрыве НКТ или подводящих трубопроводов отбирают соскобы металла в местах образования разрывных отверстий и вырезают кусочки материала труб (50 г), отбирают пробы закачиваемой жидкости.

При восстановлении приемистости следует отобрать пробы используемых техногенных жидкостей.

Каждые 5 лет следует проводить проверку результативности принятой системы контроля за состоянием окружающей и гидрогеологической среды и ее фактического состояния. Соответственно необходимо вносить коррективы в практические мероприятия.

19 Экономический механизм рационального природопользования на специализированных полигонах

19.1 В условиях специализированных полигонов рациональное природопользование базируется на эффективном решении следующих главных задач:

- выбор способа подготовки к захоронению жидких промышленных отходов;

- обеспечение контроля за подземным растеканием жидких промышленных отходов;

- разработка способов восстановления приемистости поглощающих скважин;

- минимизация платы за загрязнение окружающей среды.

19.2 В результате сравнения различных технологических схем эксплуатации полигона по захоронению равных объемов жидких отходов обосновывается экономическая эффективность принятой технологической схемы. Мерой экономического эффекта может служить себестоимость закачки 1 м^3 промстоков.

Таблица 19.1 – Исходные и нормативные данные для экономических расчетов

Наименование показателей
1 Нормативы капитальных вложений
K_1 – стоимость бурения нагнетательной (контрольной и т.д.) скважины
K_2 – удельные затраты (укрупненный норматив) на подземное и надземное оборудование нагнетательной (контрольной и т.п.) скважины
K_3 – удельные затраты (укрупненный норматив на оборудование, подготовку, транспортировку и закачку жидких отходов производства, руб. $м^3$/сут
K_4 – стоимость прокладки 1 км трубопроводов, руб.
2 Нормативы эксплуатационных затрат
K_5 – стоимость 1 квт/ч электроэнергии
K_6 – годовой фонд зарплаты работников полигона, руб.
K_7 – удельные текущие затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования СПЗЖ и трубопроводов, тыс. руб.
K_8 – расходы на использование недр, тыс. руб.
K_9 – расходы за загрязнение окружающей среды, тыс. руб.
3 Расчетные данные
l – протяженность транспортных трубопроводов, км
N – удельный расход электроэнергии на закачку воды, квт/$м^3$
n – удельная численность работников на 1 скважину СПЗЖ, чел.
4 Нормативы амортизации
m_1 – на восстановление скважин, тыс. руб./шт.
m_2 – на восстановление трубопроводов, тыс. руб./км
m_3 – прочие объекты промобустройства на восстановление, тыс. руб./ед.
Коэффициент дисконтирования

19.3 Капитальные вложения определяются по следующим направлениям (таблица 19.1):

- нагнетательные и наблюдательные (контрольные) скважины с подземным и надземным оборудованием (насосно-компрессорные трубы, контрольно-измерительные приборы и т.п.);

- накопительные емкости;

- системы подготовки и закачки жидких отходов производства в пласт (очистные установки, насосы);

- трубопроводная сеть.

19.4 Капитальные затраты по каждой из названных статей расходов определяются на основе проектируемых работ по принятой технологической схеме закачки (таблица 19.2).

Для экономической оценки деятельности организации разрабатывают нормативы затрат. Для этих целей используют результаты анализа хозяйственно-производственной деятельности данной организации за предшествующие несколько лет.

Для вновь создаваемых организаций могут быть использованы отчетные данные других организаций с аналогичными направлениями деятельности и условий. Если нет и таковых, то расчеты следует проводить с использованием действующих справочников, ценников, тарифных ставок и других нормативных документов, регулирующих деятельность таких организаций.

При расчете нормативов с использованием данных предыдущих лет вносятся соответствующие коэффициенты, учитывающие произошедшую за эти годы инфляцию.

Для обеспечения сравнимости экономической эффективности использования различных вариантов технологических схем эксплуатации полигона необходимо использовать цены на все статьи расходов на единую дату и равенство объемов закачки.

Расчеты предпочтительнее проводить на лицензионный или весь период эксплуатации СПЗЖ.

Таблица 19.2 – Сводные экономические показатели разработки полигона для захоронения жидких отходов

Наименование показателей
1 Объем закачки, тыс. $м^3$
2 Количество нагнетательных скважин
3 Капитальные вложения на закачку промстоков, тыс. руб.,
в том числе:
3.1 На бурение нагнетательных и наблюдательных (контрольных) скважин, тыс. руб.
3.2 Трубопроводы, тыс. руб.
3.3 Подготовка жидких отходов производства
3.4 Прочие
4 Суммарные эксплуатационные расходы, тыс. руб.,
в том числе:
4.1 Электроэнергия на транспортировку и закачку жидких отходов производства, тыс. руб.
4.2 Расходы на оплату труда работников предприятия (полигона), тыс. руб.
4.3 Амортизация на восстановление, тыс. руб.
4.4 Амортизация на капитальный ремонт нагнетательных (наблюдательных) скважин и оборудования, тыс. руб.
4.5 Эксплуатация и обслуживание оборудования на транспортировку, и закачку жидких отходов производства, тыс. руб.
4.6 Плата за право пользования недрами
5 Себестоимость закачки подземной воды, тыс. руб./$м^3$

19.5 Механизм оплаты за загрязнение окружающей среды на специализированных полигонах захоронения жидких отходов производства в нормативном и правовом отношении разработан слабо.

В соответствии с [38] плата за закачку жидких отходов производства в поглощающий горизонт, имеющий гидравлическую связь с залежью, не взимается. В остальных случаях взимается плата с коэффициентом 0,3 [31, 32].

19.6 В целях стимулирования организаций к более активному осуществлению природоохранных программ платежи за загрязнение окружающей среды могут быть уменьшены на величину средств, израсходованных организацией на природоохранную деятельность.

При закачке в глубокие горизонты всех жидких отходов производства согласно действующему законодательству такого вида платежи будут сокращены до минимума.

Приложение А
(справочное)

Расчет количества конденсата, требующегося для консервации пьезометрических и нагнетательных (простаивающих) скважин на примере Уренгойского НГКМ

(см. 16.2 настоящего стандарта)

Наличие толщи ММП обусловливает распространение отрицательных температур до глубины 320–420 м. Для предотвращения замерзания воды требуется долив незамерзающей жидкости, чтобы столб этой жидкости перекрыл интервал низких температур, оттеснив уровень пластовой воды в более глубокую и, следовательно, в более теплую зону.

Температура замерзания пластовой воды апт-сеноманского водоносного комплекса составляет минус 1,05 °С. Диапазон глубин, на которых может находиться граница зоны с температурой минус 1,05 °С, велик. Чтобы сделать расчеты более надежными, предлагается определять опасную для замерзания воды зону по термограммам скважин с наиболее глубоким распространением мерзлых пород. Температуры от минус 1,05 °С до плюс 3 °С при определенных условиях могут быть благоприятными для образования твердой фазы. Поэтому для расчетов взята безопасная для замерзания пластовой воды глубина 530 м, как это показано на рисунке А.1.

В скважины, уровень в которых находится выше 530 м, необходимо доливать конденсат. Расчет требующегося количества конденсата проводится следующим образом. Определяется высота водного столба $\Delta H_{вод.}$, м, от текущего уровня $H_{вод}$, м, до глубины 530 м:

$$\Delta H_{вод.} = 530 - H_{вод.}. \quad (1)$$

В случае, когда скважина заполнена технической жидкостью, по глубинному замеру давления $P_{сер.и/п}$, кгс/см^2, следует рассчитать уровень пластовой воды $H_{вод.}$, м, по формуле

$$H_{вод.} = h_{сер.и/п} - 10 \cdot P_{сер.и/п}/Y_{вод}, \quad (2)$$

где $h_{сер.и/п}$ – глубина середины интервала перфорации, м;

$Y_{вод}$ – плотность пластовой воды, г/см^3.

Затем рассчитывается эквивалентный столб конденсата (плотностью 0,8 г/см^3) по формуле

$$\Delta H_{конд.} = \Delta H_{вод.} \cdot 0{,}8. \quad (3)$$

Объем конденсата определяется по формуле

$$V = \Delta H_{конд} \cdot S, \quad (4)$$

где S – площадь полезного сечения скважины, м^2.

Если столб конденсата $\Delta H_{конд}$ не превышает устья скважины, то этот объем конденсата заливается в скважину. Глубина уровня, до которого необходимо долить конденсат, рассчитывается по формуле

$$H_{конд} = H_{вод} - (\Delta H_{конд} - \Delta H_{вод}). \quad (5)$$

В противном случае следует пересчитать превышение эквивалентного столба конденсата над устьем в давление.

Результаты расчетов приведены в таблице А.1. Со временем при дальнейшем снижении уровней в зону положительных температур количество скважин, в которые следует добавлять конденсат, будет сокращаться.

Таблица А.1 – Уренгойское НГКМ. Расчет объема конденсата, необходимого для предотвращения замерзания пластовой воды в пьезометрических и нагнетательных (простаивающих) скважинах

№ п/п	№ скв.	Интервал перф., м	Текущий уровень жидкости, глубина, $\Delta H_{вод}$, м	Температура на уровне, °С	Столб воды от уровня до глубины 530 м (+3 °С), $\Delta H_{вод}$, м	Эквивалентный столб конденсата, $\Delta H_{конд}$, м ($\gamma = 0{,}8$г/см^3)	Øэ/к,мм Øнкт, мм	Объем конденсата V, м^3	Уровень конденсата, $H_{конд}$, м
1	56	1403-1430	337	-0,9	195	244	168 73	2,81	288
2	2345	1690-1710	123	-0,8	480	600	168 89	5,76	3
3	440нг	1330-1340 1470-1479	362	-0,6	170	213	168 102	1,58	319
4	775	1404-1424	350	-1,2	180	225	219 73	5,87	305
5	6299	1568-1582	268	-1,1	260	325	245 73	10,89	203
6	805	1397-1416	422	0	170	213	168 114	1,15	379
7	806	1480-1490	176	-0,8	355	444	168 73	5,11	87
8	29нг	1314-1339 1353-1379	380	-0,7	150	187	168 114	1,00	343
9	141	1252-1255	375	-0,8	155	194	168 89	1,86	336
10	127	1288-1308	190	-0,8	340	425	168 89	4,08	105
11	110	1240-1250 1260-1270	285	-0,8	245	306	168 73	3,52	224
12	1501	1475-1503	156	-0,7	405	506	168 114	2,73	55

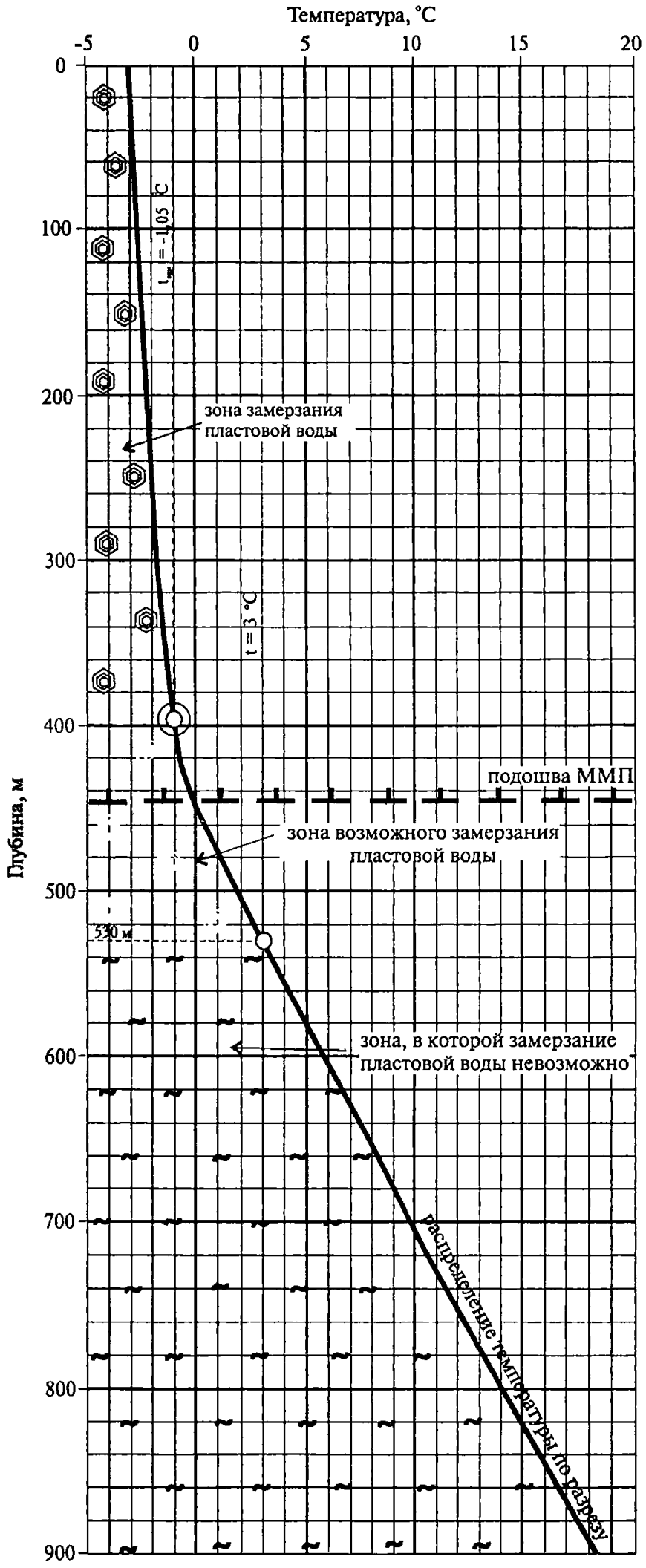


Рисунок А.1 – Уренгойское НГКМ. Зоны возможного замерзания пластовой воды (K1a-K2c) в пьезометрических и нагнетательных скважинах

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета устьевого давления для определения оптимальной глубины установки газлифтного клапана

(см. 17.1 настоящего стандарта)

Пусть газлифтный клапан установлен на глубине 1500 м, устьевое давление составляет 50 кгс/см^2, плотность газа 0,7. Тогда, следуя пунктирной линии рисунка Б.1, получаем цифру 4,5 кгс/см^2. В этом случае давление столба газа составит

$$4{,}5 \cdot \left(\frac{1500}{300}\right) = 22{,}5 \text{кгс/см}^2, \quad (1)$$

а общее давление у газлифтного клапана будет равно 50+22,5=72,5 кгс/см^2.

Для предварительной оценки устьевого давления и расхода газа исходят из того, что в среднем на подъем пресной воды с глубины 300 м устьевое давление должно быть не меньше 10 кгс/см^2, а расход газа на подъем с этой глубины 1 м^3 пресной воды составляет 6 м^3.

Таким образом, для подъема воды на поверхность с глубины 1500 м устьевое давление должно быть не ниже

$$P_y = 10 \cdot \frac{1500}{300} = 50 \text{ кгс/см}^2. \quad (2)$$

Для подъема 1 м^3 воды с глубины 1500 м расход газа составит

$$V_г = 6 \cdot \frac{1500}{300} = 30 \text{ м}^3. \quad (3)$$

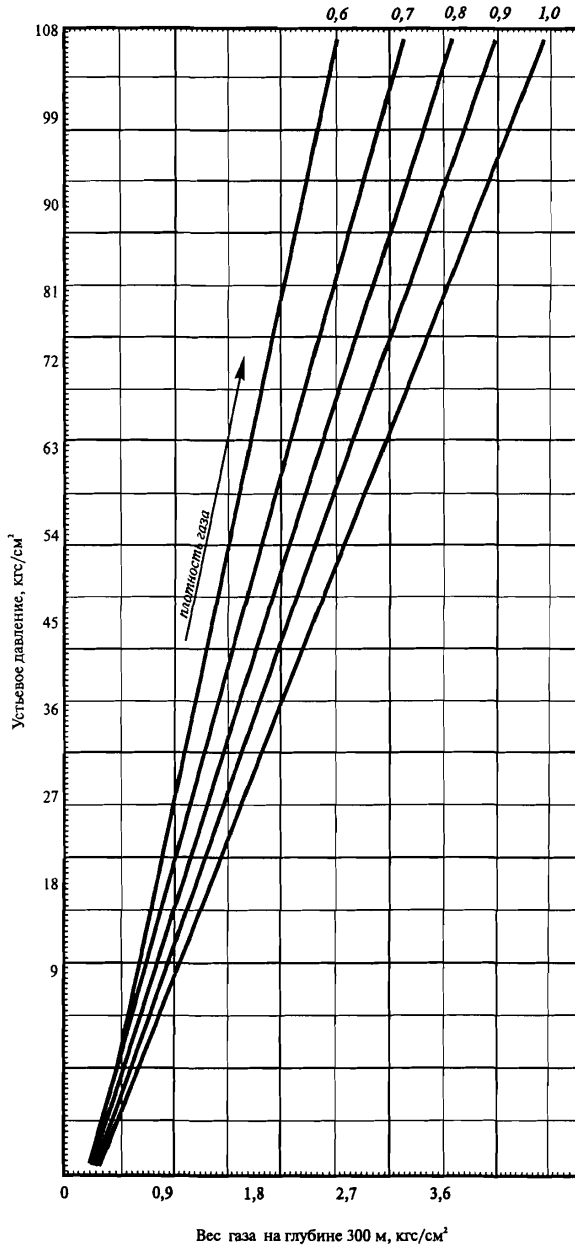


Рисунок Б.1 – Зависимость веса столба газа от устьевого давления

Приложение В

(справочное)

Таблица перевода внесистемных единиц в систему СИ

Наименование	Символ	Внесистемные единицы	Система СИ
Приемистость (дебит) скважины	Q	1 $м^3$/сут	$1{,}157 \cdot 10^{-3}$ $м^3/с$
Давление	P	1 $кгс/см^2$	$9{,}81 \cdot 10^{-2}$ МПа
Коэффициент приемистости (продуктивности)	q	$1\frac{м^3/сут}{кгс/см^2}$	$1{,}18 \cdot 10^{-1}\frac{м^3/с}{МПа}$
Проницаемость	K	1 д (дарси)	10^{-12} $м^2$ (1 $мкм^2$)
Вязкость	μ	1 спз (сантипуаз)	10^{-3} Па·с
Гидропроводность	ε	$1\frac{д \cdot см}{спз}$	$10^5\frac{мкм^2 \cdot м}{Па \cdot с}$
Коэффициент пьезопроводности	X	1 $см^2/с$	10^{-4} $м^2/с$
Коэффициент сжимаемости, упругоемкости	β	$\frac{1}{кгс/см^2}$	$10{,}2\frac{1}{МПа}$
Плотность	Y	1 $т/м^3$	10,3 $кг/м^3$
Диаметр	d	1 мк	10^{-6} м

Библиография

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".

2. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 "О недрах" (в ред. ФЗ от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

3. Водный кодекс РФ.

4. Закон РФ от 30.03.1999 № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (в ред. ФЗ от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

5. Федеральный закон от 24.06.1998. № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" (в ред. ФЗ от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

6. "Методические указания по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на подземные водные объекты и предельно допустимых сбросов вредных веществ в подземные водные объекты" (утв. МПР РФ 29.12.1998).

7. "Правила охраны недр" (утв. Госгортехнадзором РФ 06.06.2003 г. № 71).

8. СП 11-101-95 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений.

9. "Инструкция по оформлению горных отводов для пользования недрами в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых" (утв. МПР РФ и Госгортехнадзором РФ 25.03.1999).

10. "Временные требования к содержанию пакета материалов, представляемых на рассмотрение экспертной рабочей группы МПР России для получения права пользования недрами с целью геологического изучения" (утв. МПР РФ от 05.08.2002).

11. "Временные требования к содержанию пакета материалов, представляемых на рассмотрение экспертной рабочей группы МПР России для внесения изменений и дополнений в условия лицензии на право пользования недрами" (утв. МПР РФ 05.08.2002).

12. "Федеральный классификационный каталог отходов" (утв. приказом МПР РФ от 02.12.2002 г. № 786 (в ред. приказа МПР РФ от 30.07.2003 № 663).

13. "Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды" (утв. приказом МПР России от 15.06.2001).

14. Постановление Правительства РФ от 16.06.2000 № 461 "О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение".

15. "Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов их размещения" (утв. приказом МПР РФ от 11.03.2002).

16. "Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых" (утв. МПР РФ 1998).

17. "Положение о порядке лицензирования пользования недрами" (утв. МПР РФ 15.07.1992).

18. "Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду" (утв. Госкомэкологии РФ 2000).

19. "Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации" (утв. МПР РФ от 21.05.2001).

20. "Положение о государственном мониторинге геологической среды РФ" (утв. приказом Роскомнедра от 11.07.1994 № 117).

21. "Требования к организации и проведению локального (объектного) мониторинга геологической среды на полигонах подземного захоронения жидких отходов" (утв. МПР РФ, 1998).

22. Постановление Правительства РФ от 31.03.2003 № 177 "Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)".

23. Постановление Правительства РФ от 14.03.1997 № 307 "Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов".

24. "Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации "Охрана окружающей среды" (утв. Госстроем РФ 12.04.2000).

25. Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 400 "Положение о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования".

26. Федеральный закон от 28.07.2004 № 83-ФЗ "О плате за пользование водными объектами".

27. "О порядке налогообложения добычи подземных вод" (инструктивное письмо МПР РФ № АК-25/967 от 06.03.2002).

28. Постановление Правительства РФ от 28.08.1992 № 632 "Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия".

29. "Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды" (утв. МПР России 26.01.1993).

30. "Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты" (утв. Госкомэкологии РФ 2000 г. № 02-22/24-151).

31. "О платежах за загрязнение окружающей природной среды при пользовании недрами" (инструктивное письмо первого заместителя министра МПР РФ В.А.Пака от 24.05.2001 № ВП-27/3839).

32. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 "О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления".

33. Шевберстов Е.В., Рыжов А.Е., Савченко Н.В. Создание геолого-математических моделей сеноманских газовых залежей //Актуальные проблемы освоения, разработки и эксплуатации месторождений природного газа. – М., 2003.

34. Корценштейн В.Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов. – М.: Недра, 1991.

35. Технология газопромысловых гидрогеологических исследований / Под ред. проф. Л.М. Зорькина и Б.П. Акулинчева. – М.: Недра, 1997. – 300 с

36. Литвинов А.А. Промысловые исследования скважин. – М.: Недра, 1964.

37. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков / Ордена Трудового Красного Знамени Государств. геологич. предприятие "Гидроспецгеология"; Под ред. В.А. Грабовникова. – М.: Недра, 1993. – 335 с.

38. Гидрогеоэкологический контроль на полигонах закачки промышленных сточных вод (Методическое руководство) РД 51-31323949-48-2000 / Под ред. д.г.-м.н. В.П. Ильченко. – М., 2000.

39. Временная инструкция по гидродинамическим исследованиям пластов и скважин. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во нефтяной и горно-топл. лит-ры, 1963.

40. СНиП 2.04.03-85 "Проектирование сооружений для очистки сточных вод".

41. Кирьяшкин В.М. Патент на изобретение № 2129204 "Устьевая головка", М., 20.04.1999.

42. Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений (ВНТП 3-85). – М., 1985.

43. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Мин-во экологии и энергетики. – Копенгаген, 2001.

44. "Авторский надзор за эксплуатацией подземных хранилищ газа ООО "Мострансгаз". Договор №122.06.57. Этап 3 "Проект создания полигона захоронения промстоков на Касимовском ПХГ" (заключительный). – М.: ООО "ВНИИГАЗ", 2003.

45. Соколов А.Ф. Методы экспериментальных исследований при контроле ареала захоронения промстоков на подземных хранилищах газа // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2003. – № 6. – С. 25–33.

46. Курбаков А.Р., Савушкина М.Ю., Цуцаева В.В. Патент на изобретение № 4118249 "Способ очистки поверхности воды от нефти и нефтепродуктов", М., 15.10.1988.

47. Борзенков И.А., Беляев С.С., Милехина Е.И. и др. Развитие микробиологических процессов в разрабатываемых пластах Ромашкинского нефтяного месторождения. – Микробиология, 1990, т. 59., в.6, с.1118–1126.

48. Уренгойский специализированный полигон захоронения промышленных сточных вод / Сулейманов Р.С, Ланчаков Г.А., Кульков А.Н. и др. – М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2002.

49. Кораблев А.А., Григорьев В.Е., Нисибуллина И.Л. Охрана водных ресурсов как часть экологической деятельности УГПУ // Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса: Сб. науч. тр. ООО "Уренгойгазпром". – ООО "Недра Бизнес Центр", 2003. – С. 318–326.

50. Отчет по теме: "Исследование влияния захоронения промстоков в поглощающие скважины на природные воды Уренгойского месторождения"/ Цацульников В.Т., Кравцов Ю.В., Никитина Н.Ф. и др.: Договор 9751-01-2, этап 2. – Тюмень: ТюменНИИгипрогаз, 2001.

51. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

52. Система производственного экологического мониторинга на объектах газовой промышленности: Правила проектирования. ВРД 39-1.13-081-2003. М, 2003.

53. Гидрохимические нефтегазовые технологии / Ильченко В.П., Левшенко Т.В., Петухова Н.М. и др. – М.: ОАО "Издательство "Недра". – 382 с.

54. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

55. Котельников Г.А. Гельминтологические исследования окружающей среды. – М.: Росагропромиздат, 1991.

56. Кирьяшкин В.М., Гончаров В.С. и др. Патент на изобретение № 2125150 "Способ контроля за обводнением газовых и газоконденсатных месторождений", М., 20 января 1999.

ОКС 13.060.30

Ключевые слова: специализированный полигон, жидкие отходы производства, нагнетательные скважины, поглощающий горизонт, подземные воды, совместимость

Корректор *В.М. Осканян*
Компьютерная верстка *А.И. Шалобановой*

ИД № 01886. Подписано в печать 24.01.2006 г.
Формат 60x84/8. Гарнитура Ньютон С.
Усл. печ. 8,37 л. Уч.-изд. л. 7,1. Тираж 100 экз. Заказ 16.

ООО "ИРЦ Газпром" 117630, Москва, ул. Обручева, д. 27, корп. 2.
Тел.: (095)719-64-75, 719-31-17.

gost.e-ecolog.ru

дательский Дом Полиграфия"