

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ «НЕФТИ И ГАЗА»

Кафедра «Нефтегазовое дело»

**ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ДОБЫЧИ НЕФТИ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО  
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
ПО КУРСУ «ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА  
ДОБЫЧИ НЕФТИ»  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ БАКАЛАВРИАТА ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ 5540300 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»**

Ташкент 2007

### **Введение**

Методические указания составлены в соответствии с программой курса "Технология и техника добычи нефти" по учебному плану направления 5540300 «Нефтегазовое дело».

Курс "технология и техника добычи, нефти" является основной профилирующей дисциплиной, дающей инженерную подготовку будущему

специалисту и готовящей его к самостоятельной работе по избранной специальности.

Цель настоящих методических указаний состоит в том, чтобы

помочь студенту как в самостоятельной работе над учебниками и учебными пособиями при изучении курса "Технология и техника добычи нефти".

В методических указаниях в сжатой форме даны основные направления по изучаемым темам и краткое пояснение отдельных вопросов, указана необходимая литература и приведен ряд вопросов для самостоятельного контроля.

Программа курса "Технология и техника добычи нефти" включает в себя следующие основные разделы :

1. Введение.
2. Источники пластовой энергии и ее использование при добыче нефти.
3. Технология и техника методов воздействия на залеи;
4. Подготовка скважин к эксплуатации.
5. Методы воздействия на призабойную зону скважин,
6. Исследование скважин.

7. Основы теории подъема жидкости в скважинах;
8. Эксплуатация фонтанных скважин.
9. Эксплуатация газлифтных скважин.
10. Эксплуатация скважин штанговыми глубинными насосами (ШГН).
11. Эксплуатация скважин погружными электроцентробежными насосами (ПЭЦН).
12. Эксплуатация скважин гидропоршневыми насосами (ГПН).
13. Одновременно-раздельная эксплуатация нефтяных и нагнетательных скважин.
14. Работы по подземному ремонту скважин.
15. Капитальный ремонт скважин,
16. Особенности эксплуатации скважин на морских промыслах и заболоченных территориях.

Подробная расшифровка выше приведенных разделов дана в программе курса, которую студент может получить у методиста по заочному обучению или на кафедре.

В случае возникновения неясностей при изучении курса студент может обратиться на кафедру, где получит необходимые консультации.

Для закрепления знаний, полученных при изучении литературы, учебным планом предусматривается выполнение двух контрольных работ и прохождение лабораторного практикума. Первая контрольная работа выполняется после изучения первых шести разделов (темы I-6), вторая - после изучения всех оставшихся разделов. Большинство лабораторных работ студент-заочник может выполнить непосредственно на промысле по месту своей основной работы, но для этого необходимо предварительно получить согласие кафедры и уточнить порядок выполнения работ и отчета по ним.

После получения зачета и сдачи экзаменов по курсу предусматривается выполнение курсового проекта.

Тематику курсового проектирования студент может выбрать самостоятельно (по согласованию с кафедрой) или получить тему курсового проекта на кафедре.

При работе над курсовым проектом рекомендуется использовать методические указания по курсовому проектированию.

При самостоятельном изучении курса рекомендуется следующий порядок работы:

По программе курса уточняются вопросы, подлежащие изучению, затем необходимо прочитать методические указания по нужному разделу, отметить наиболее важные моменты и после этого приступить к чтению рекомендованной литературы. При работе необходимо вести краткий конспект в котором отмечать наиболее существенные и важные положения изучаемого раздела.

После того, как будет понято прочитанное, для закрепления знаний необходимо решить ряд задач по изучаемому разделу. степень усвоения материала проверяется с помощью ответов на вопросы для самоконтроля, приведенных в методических указаниях

## ЛИТЕРАТУРА

к курсу "Технология и техника добычи нефти"

Основная

1. И. М. Муравьев, М. Н. Базлов, А. И. Жуков, Б. С. Чернов - "Технология и техника добычи нефти к газа". Из-во "Недра" 1971 г.

2. К. Г. Оркин, А. М. Юрчук - "Расчеты в технологии и технике добычи нефти" Из-во "Недра", 1967 г.

3. Под редакцией докт.техн. наук Ш. К. Гиматудинова -Справочная книга по добыче нефти. Из-во "Недра" ,1974 г.

Дополнительная

4. Ф.С.Абдулин -"Повышение производительности скважин".Из-во"Недра",1975 г.

5. А.Н.Адонин -"Процессы глибинонасосной нефтедобычи" .Из-во "Недра",1964 г.

6. А.Н.Адонин -"Выбор способа добычи нефти" Из-во "Недра",1971 г.

7. В.А.Амиян -"Повышение производительности скважин".Ив-во Гостоптехиздат 1961 г.

8. В. А. Амиян, Н. П. Васильева - "Вскрытие пласта и освоение скважин». Из-во"Недра",1972г.

9. И. Э. Апельцин - "Подготовка воды для заводнения нефтяных пластов" .Из-во Гоотоптехивдат 1963 г.

10. Б. А. Авербух, Н. В. Калашников, Я. М. Кершинбаум, В.Н.Протасов - "Ремонт и монтаж бурового в нефтегазопромыслового оборудования".Из-во"Недра" 1976г.

11. А. Д. Амиров, С. Т. Овнатанов, А. С. Яшин - Капитальный ремонт нефтяных и газовых скважин. Из-во "Недра" 1975 г.

12. И. Г. Белов - "Теория и практика периодического газлифта" Из-во "Недра" 1975 г.

13. С. Н. Бузинов, И. Д. Умрихин - "Гидродинамические методы исследования скважин и пластов". Из-во «Недра» 1973 г.

14. А. А. Богданов - "Погружные центробежные насосы для добычи нефти". Из-во "Недра" 1968 г.

15. Е. Н. Бухиленко, Ю. Г. Абдуллаев - "Монтаж, обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования". Из-во "Недра" 1974 г.

16. Н. К. Байбаков, В. А. Брагин, А. Р. Гарушев, И. В. Толстой - "Термоинтенсификация добычи нефти". Из-во "Недра" 1971 г.

17. К. В. Виноградов - "Движение газонефтяной смеси в фонтанных скважинах", Из-во "Недра" 1964 г.

18. В. Н. Васильевский, А. И. Пет- "Исследование нефтяных пластов и скважин". Из-во "Недра" 1973 г.

19. В. А. Еронин и др. - "Поддержание пластового давления на нефтяных месторождениях" Из-во "Недра" 1973 г.

20. К. Л. Карапетов - "Рациональная эксплуатация малодебитных нефтяных скважин". Из-во "Недра" 1966 г.

21. А. С. Казак, И. М. Росин, Л. Г. Чичеров - "Погружные бесштанговые насосы для добычи нефти". Из-во "Недра" 1973 г.

22. А. С. Казак - "Погружные поршневые бесштанговые насосы с гидроприводом". Из-во Гостоптехиздат 1961 г.

23. Б. Г. Логинов - "Интенсификация добычи нефти методом кислотной обработки". Из-во Гостоптехиздат 1951 г.

24. Б. Г. Логинов, В. А. Блашевич - "Гидравлический разрыв пласта". Из-во Гостоптехиздат 1958 г.

25. И. М. Муравьев, Р. С. Андриасов и др. — "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений". Из-во "Недра" 1965 г.

26. И. М. Муравьев, В. И. Ямпольский - "Основы газлифтной эксплуатации скважин". Из-во "Недра" 1973 г.

27. И. И. Муравьев, Н. Н. Репин - "Исследование движения многокомпонентных смесей в скважинах". Из-во "Недра" 1972 г.

28. Р. А. Максutow, Б. Е. Доброскок, Ю. В. Зайцев - "Одновременная раздельная эксплуатация многопластовых нефтяных месторождений" Из-во "Недра" 1974г.

29. К. А. Оганов - "Основы теплового воздействия на нефтяной пласт". Из-во "Недра" 1967 г.

30. А. М. Пирвердян - "Гидромеханика глубиннонасосной эксплуатации" .Из-во "Недра" 1965г.

31. Н. Н. Репин, В. Р. Еникеев, О.М. Юсупов, Ю. Г. Валишин, А. В. Марков-Осоргин - "Эксплуатации глубиннонасосных скважин" Из-во "Недра" 1971г..

32. Н. Н. Репин, В. В. Давликамов, О. М. Юсупов, А. И. Дьячук, - "Технология механизированной добычи нефти" .Из-во "Недра"1976 г.

33. Ч.Р.Смит - "Технология вторичных методов добычи нефти. Из-во "Недра" 1971 г.

34. Г. М.Свердлов, Р. Ю. Ягудин - "Технологические объекты нефтедобывающих предприятий и их автоматизация". Из-во "Недра" 1975 г.

1. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т. Интенсификация добычи нефти. М., Нефть и газ. 1996. 478с.

2. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. М., Изд. Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 816с.

37. [www.lukoil.ru](http://www.lukoil.ru)

38. [www.sibneft.ru](http://www.sibneft.ru)

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМАМ КУРСА

### ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ.

Во введении студенту необходимо ознакомиться с предметом и основными задачами, решаемыми в курсе "Технология и техника добычи нефти", установить его связь со смежными специальными и общеобразовательными дисциплинами.

Нужно внимательно изучить историю развития нефтедобывающей промышленности в дореволюционный период и послереволюционные годы, ознакомиться с состоянием техники и технологии добычи нефти и перспективой их развития как в республике так и за рубежом.

Особо обратить внимание на роль русских и советских ученых, которые внесли большой вклад в создание научных основ проектирования, раз работки и эксплуатации нефтяных месторождений.

Изучить географию размещения нефтедобывающей промышленности республики и ее роль в народном хозяйстве страны.

Контрольные вопросы.

1. Каковы основные этапы развития нефтяной промышленности?
2. Перспективы увеличения добычи нефти на ближайшие годы.

ТЕМА 2. ИСТОЧНИКИ ПЛАСТОВОЙ ЭНЕРГИИ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ.

Энергетическое состояние, нефтяной залежи характеризуется величиной пластового давления и пластовой температурой, которые, в основном, зависят от глубины залегания залежи.

В процессе эксплуатации нефтяной, залежи пластовая температура практически не изменяется, а если и происходят ее изменения в ту или иную сторону, то эти изменения весьма малы.

Существенные изменения пластовой температуры в нефтяной залежи могут иметь место лишь при

применении специальных термических методов воздействия.

Поэтому наиболее важным энергетическим параметром, характеризующим нефтяную залежь, является пластовое давление, под которым находится нефть, газ и вода, насыщающие поровое пространство пластов.

Изучению понятия "пластовое давление" должно быть уделено особое внимание. Следует также обратить внимание на отличие пластового давления от гидростатического и горного давления.

Извлечение нефти из залежи на дневную поверхность происходит за счет перепада давления между пластовым и на забоях эксплуатационных скважин.

Давление на забоях скважин можно регулировать с поверхности различными способами, величина же пластового давления обусловлена различными энергетическими факторами, как природного, так и искусственного происхождения.

К природным энергетическим факторам относятся: напор краевых и подошвенных вод, упругость нефти, воды, газа и вмещающих их пород, энергия, возникающая при расширении выходящего

из растворенного состояния сжатого газа в виде газовой шапки, сила тяжести жидкости, а также энергия молекулярно-поверхностных и капиллярных явлений.

Энергетические факторы искусственного происхождения обусловлены применением тех или иных методов воздействия на нефтяные залежи, например, закачкой в пласт холодной или горячей воды, газа или пара.

В процессе разработки залежи, перечисленные выше энергетические факторы, проявляются совместно и в различных сочетаниях, при этом, как правило, один из факторов имеет преобладающее значение по сравнению с другими. В зависимости от того, какой вид пластовой энергии преобладает в процессе разработки, вводится понятие о решении разработки или дренирования залежи.

Различают следующие режимы разработки: упруговодонапорный, водонапорный, газонапорный, режим растворенного газа, гравитационный.

В некоторых случаях для характеристики условий разработки используют дополнительные следующие два вида режимов: упругий и смешанный.

В редких случаях разработки залежи происходит при каком-либо одном режиме. Обычно на определенном этапе разработки залежи происходит переход с одного режима на другой, если не применяются специальные методы воздействия на залежь с целью сохранения режима разработки.

Понятие о режимах разработки относится к фундаментальным и поэтому при изучении этого вопроса необходимо детально разобраться в характере и условиях проявления тех или иных энергетических факторов, обуславливающих вытеснение нефти из пористой среды.

В зависимости от того, при каком режиме происходит разработка нефтяной залежи, наблюдаются различные как текущие, так и конечные технологические показатели.

Режим дренирования обуславливает эффективность разработки залежи конечную нефтеотдачу. Наиболее эффективными являются режимы вытеснения - водонапорный и газонапорный, менее эффективными - режимы истощения - режим растворенного газа и гравитационный.

С целью достижения высокой конечной нефтеотдачи применяют различные методы

воздействия на нефтяные пласты и регулирования режимов разработки.

При изучении этого раздела необходимо обратить внимание и на роль капиллярных и поверхностных явлений, сопровождающих процесс вытеснения нефти из природной пористой среды. Эти явления в некоторых случаях способствуют лучшему вытеснению нефти, а при некоторых условиях действуют отрицательно.

С целью уяснения механизма вытеснения нефти из пористой среды необходимо тщательно разобраться в вопросах определения дебита гидродинамически совершенных и несовершенных скважин при фильтрации как однородной, так и газированной жидкости.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава 1, Глава 2. [1]

Раздел 1, Задачи 1-5 [2]

### Контрольные вопросы.

1. Что понимают под терминами "пластовое давление", "давление насыщения"?

2. Какое давление называют "приведенным"? Как его определяют?
3. Какие основные силы действуют в нефтяной залежи?
4. Какова природа и как проявляется энергия напора пластовых вод?
5. В чем различие и каков механизм вытеснения нефти водой и при режиме растворенного газа?
6. Что называют коэффициентом упругости пласта?
7. Как определяют "упругий запас" нефти?
8. При каких условиях возможно существование смешанного режима разработки?
9. Как изменяется пластовое давление и газовый фактор в процессе разработки залежи при различных режимах?
10. Каким образом можно определить режим дренирования залежи по данным разработки?
11. Какова роль молекулярно-поверхностных и капиллярных сил в процессе разработки залежи?
12. Какие виды гидродинамического несовершенства скважин Вы знаете?
13. Как определяется дебит скважин при фильтрации однородной и газированной жидкости?

14. Что понимают под термином "коэффициент продуктивности скважины"? От каких параметров он зависит?

15. В каких пределах колеблется нефтеотдача для различных режимов дренирования?

16. Как можно регулировать процесс дренирования залежи?

### ТЕМА 3. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗАЛЕЖИ.

Основное назначение методов воздействия на нефтяные залежи состоит в обеспечении высоких текущих темпов отбора нефти и наиболее полного ее извлечения из недр.

К методам воздействия на нефтяные залежи относятся:

I. Нагнетание воды в пласт (законтурное, приконтурное, внутриконтурное и площадное заводнение).

II. Нагнетание газа в пласт.

III. Форсированный отбор жидкости.

IV. Тепловые методы (закачка в пласт теплоносителей: горячей воды или пара, внутрислоевого горение, влажное горение).

V. Закачка в пласт различных растворителей и поверхностно-активных веществ, закачка в пласт углекислого газа.

VI. Шахтные способы разработки нефтяных залежей.

Применение того или иного метода воздействия на залежь обуславливается многими факторами как геолого-технического так и экономического характера.

Для каждого метода существуют свои наиболее благоприятные условия, при которых можно достигнуть наилучших технико-экономических показателей.

Если нагнетание воды или газа в пласт осуществляется в начальный период разработки залежи, то в этом случае говорят о методах поддержания пластового давления (ППД), применение этих методов на поздних стадиях разработки носит название вторичных методов добычи нефти.

Технологическая схема процесса нагнетания в пласт воды включает в себя следующие основные

элементы: источники воды, систему водозаборных сооружений, магистральные водопроводы с насосными станциями, систему подготовки воды, кустовые насосные станции для закачки воды в нагнетательные скважины, которые размещаются на залежи в соответствии с принятой системой заводнения.

Закачка газа (или воздуха) в пласт осуществляется с помощью компрессорных станций через нагнетательные скважины, которые располагают, как правило, в пределах площади нефтеносности и в повышенной части залежи.

Закачка воды или газа в пласт увеличивает пластовое давление и дает возможность эксплуатировать нефтяную залежь в условиях наиболее эффективных режимов вытеснения.

Форсированный отбор жидкости, как метод воздействия на залежь, применяют обычно в поздних стадиях разработки, когда залежи уже в значительной степени обводнены.

При форсированном отборе из скважин с помощью более производительного оборудования увеличивается откачка жидкости, что приводит к увеличению перепада давления в пласте и скоростей

движения, в результате чего достигается более полное извлечение остаточной нефти.

Сущность тепловых методов воздействия на залежь заключается в том, что в пласте создается зона повышенной температуры, в результате чего снижается вязкость нефти и значительно улучшаются условия ее вытеснения.

Тепловая энергия в пласте может быть передана с помощью нагнетания в него теплоносителей - горячей воды или пара, или же частичного сжигания в пласте самой нефти.

Последний способ получил название внутрислоевого движущегося очага горения (ВДОГ).

Комбинация метода ВДОГ с последующей закачкой холодной воды получила название метода влажного внутрислоевого горения.

При этом методе достигается более лучшие условия прогреве, пласта вследствие того, что температурный фронт движется впереди фронта нагнетаемой воды и вытеснение нефти проходит в более благоприятных условиях и, кроме того, сокращаются сроке эксплуатации залежи и улучшаются технико-экономические показатели процесса.

С целью повышения эффективности вытеснения нефти водой при заводнении к последней добавляют различные поверхностно-активные вещества. (ПАВ) и химические реагенты, которые способствуют лучшему отмыву остаточной нефти из пористой среды.

Одним из таких высокоэффективных реагентов является углекислый газ.

В тех случаях, когда извлечь нефть из залежи невозможно с помощью скважины, применяют шахтный или карьерный способ добычи, которые могут рассматриваться как методы воздействия на залежь или как самостоятельные способы разработки нефтяных месторождений. Технология добычи нефти в данном случае имеет много общего с технологией добычи твердых полезных ископаемых.

Изучая этот раздел, необходимо, прежде всего, уяснить себе те условия, при которых возможно эффективное применение того или иного метода воздействия на залежь, преимущества и недостатки каждого метода.

Далее нужно подробно разобраться в возможных технологических схемах процессов, применяемом оборудовании и его технологических характеристиках. И затем изучить методику расчета технологических

параметров каждого метода и оценки технико-экономической эффективности.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава 3, Глава 4 [1]

Раздел 2, задачи 8-13; Раздел 3, задачи 14-19 [2]

Глава 4, Глава 5 [3]

### Контрольные вопросы.

1. Какие методы воздействия на нефтяные залежи Вы знаете?

2. В чем разница между вторичными методами добычи нефти и методами поддержания пластового давления? В чем их сходство?

3. Что понимают под коэффициентом охвата пласта заводнением?

4. При каких условиях применяют законтурное, внутриконтурное и площадное заводнение?

5. При каких условиях применяют закачку газа или воздуха в пласт?

6. Опишите технологическую схему процесса заводнения нефтяного пласта.

7. Как можно определить необходимое количество воды или газа для нагнетания в залежь?

8. Как определяется необходимое давление нагнетания при закачке воды или газа?

9. В чем сущность форсированного отбора жидкости?

10. Каковы особенности и технологические схемы тепловых методов воздействия на залежи?

11. Какие требования предъявляются к оборудованию нагнетательных скважин для закачки воды, газа, или пара?

12. Как можно улучшить показатели процесса вытеснения нефти водой

13. В чем особенности вытеснения нефти карбонизированной водой?

14. Какие требования предъявляются к воде, нагнетаемой в пласт, как производится обработка воды?

15. В чем сущность шахтного способа добычи нефти?

16. Как можно оценить технико-экономическую эффективность применения методов воздействия?

17. Меры по охране труда и техника безопасности при осуществлении методов воздействия на нефтяные залежи?

#### ТЕМА 4. ПОДГОТОВКА СКВАЖИН К ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Подготовка скважин к эксплуатации включает в себя комплекс мероприятий, проводимых на скважине с целью обеспечения нормальной ее работы в дальнейшем с заданной производительностью.

Эти мероприятия включают в себя работы по вскрытию продуктивности пласта, работы по оборудованию забоя и устья скважины, перфорацию и устройство фильтров, и вызов притока жидкости из пласта в скважину.

Весьма важным элементом в комплексе этих работ является заключительный этап строительства скважины - вскрытие продуктивного пласта.

Некачественное вскрытие пласта значительно осложняет в последующем процесс освоения скважины.

Изучая этот раздел нужно уяснить себе основные требования к технике и технологии вскрытия пласта при различных геолого-технических условиях.

В зависимости от геологических условий, от места расположения на структуре и целевого назначения скважины применяют различные конструкций забоев и фильтров.

Конструкция забоя скважины и фильтра должна обеспечивать свободное поступление в скважину нефти без преждевременного прорыва воды или газа и иметь минимальные гидравлические сопротивления, кроме того, фильтр должен предотвращать поступление на забой мелких фракций песка.

С конструктивными особенностями фильтров, со способами их изготовления и установки на забое, а также со способами перфорации эксплуатационных колонн можно ознакомиться по учебнику. Следует обратить внимание на эффективность различных методов перфорации и изучить различные типы перфораторов. Более подробно изучить гидропескоструйную перфорацию скважин.

Следует иметь в виду также следующее: при проведении перфорации и в последующем при вызове притока жидкости из пласта на забой устье

скважины должно быть оборудовано таким образом, чтобы исключить возможность аварийного фонтанирования и обеспечить соответствующее регулирование работы скважины.

Вызов притока производится различными способами, которые зависят от геолого-технических особенностей пласта и скважины.

Однако, все способы вызова притока основаны на том, что необходимо снизить противодавление на забой, обусловленное наличием столба промывочной жидкости в стволе скважины.

Снижение давления на забой осуществляется путем уменьшения удельного веса или высоты столба жидкости, находящейся в скважине.

Необходимо изучить условия и возможности применения того или иного метода вызова притока, а также применяемое при этом оборудование и технологию проведения процесса.

Следует также изучить особенности освоения нагнетательных скважин, расположенных как в нефтеносной части пласта, так и в законтурной зоне.

В заключение этого раздела нужно изучить мероприятия по технике безопасности при освоении

скважин и меры по охране труда и окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава V [1]

Глава VI. раздел [3]

§ 1-9 [8]

### Контрольные вопросы.

1. Каковы общие требования, предъявляемые к вскрытию пласта?

2. Каковы возможные последствия некачественного вскрытия пласта?

3. Основные типы применяемых фильтров. В чем их достоинства и недостатки?

4. Назначение перфораторов, их основные типы, принцип действия и технические возможности?

5. Сущность гидropескоструйной перфорации скважин. Технология процесса.

6. Какие методы освоения скважин применяют в различных условиях?

7. Что понимают под термином "плавный запуск" скважины?

8. Каковы особенности освоения скважин с низким пластовым давлением?

9. В чем заключаются мероприятия по предотвращению возможного выброса или открытого фонтанирования при освоении скважины?

10. В чем заключаются особенности освоения нагнетательных скважин?

11. Какое оборудование используют при освоении скважин?

12. Перечислите основные требования техники безопасности при освоении скважин.

## ТЕМА 5. МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН.

В настоящее время широкое распространение в нефтедобывающей промышленности получили следующие методы воздействия на призабойную зону скважин:

1. Кислотная обработка.
2. Термохимическая и термокислотная обработка.
3. Торпедирование скважин.

4. Прогрев призабойной зоны с помощью парогенераторных установок, электрических или газовых нагревателей.

5. Гидравлический разрыв пласта.

6. Виброобработка забоя скважин.

7. Разрыв пласта давлением пороховых газов.

8. Обработка забоя скважины поверхностно-активными веществами.

В основе перечисленных методов лежит физико-химическое или чисто механическое воздействие на породы, слагающие призабойную зону скважин.

В результате обработки скважины тем или иным методом происходит увеличение проницаемости призабойной зоны, ее очистка от отложений асфальто-смолистых веществ и парафина, увеличивается зона дренирования, и снижаются гидравлические сопротивления потоку жидкости из пласта в скважину.

Перечисленные изменения происходят на небольших расстояниях от оси скважины, но так как большая часть перепада давления между пластом и забоем тратится на преодоление гидравлических сопротивлений именно вблизи призабойной зоны, то улучшение фильтрационных характеристик этой зоны

способствует значительному увеличению текущего дебита скважины и улучшению общих технико-экономических показателей разработки залежи в целом.

При изучении этого раздела следует уяснить область применения различных методов воздействия, их технологию, применяемое оборудование и его техническую характеристику, химические реагенты и их назначение, порядок и методику проведения расчетов для определения показателей процесса и методику технико-экономической оценки эффективности того или иного метода.

Следует, также обратить внимание на меры по охране труда и технику безопасности при проведении работ на скважине, связанных с тем или иным методом воздействия на призабойную зону.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава VI [1]

Раздел 5, задачи 65- 74 [2]

Глава X [3]

Контрольные вопросы.

1. В чем сущность кислотной обработки скважины? Как происходит взаимодействие кислоты с породой?

2. Как готовится солянокислый раствор для обработки скважины? Какие применяются химические реагенты?

3. Назначение ингибиторов?

4. Опишите технологическую схему процесса солянокислотной обработки скважины?

5. В чем заключается расчет процесса кислотной обработки?

6. Какое оборудование применяется при кислотных обработках скважин?

7. В чем отличие кислотной обработки от термохимической и термокислотной обработки?

8. При каких условиях применяют торпедирование скважин? В чем сущность этого метода?

9. В чем заключается процесс гидравлического разрыва пласта? Какие разновидности процесса Вы знаете?

10. Какие требования предъявляются к жидкости разрыва и жидкости теплоносителя?

11. Оборудование, применяемое при гидравлическом разрыве пласта.

12. Опишите технологии проведения гидравлического разрыва пласта.

13. Как определяются основные показатели процесса гидравлического разрыва пласта?

14. В чем сущность тепловой обработки призабойной зоны скважины?

15. Какое оборудование применяют при тепловой обработке скважины?

16. Как рассчитывается процесс электротепловой обработки призабойной зоны скважины?

17. В чем сущность виброобработки забоя скважины?

18. Как оценивается эффективность методов воздействия на призабойную зону?

19. Основные положения техники безопасности при применении методов воздействия на призабойную зону скважин?

## ТЕМА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН

С целью получения исходных данных для подсчетов запасов нефти и растворенного газа, проектирования разработки залежей и выбора рационального технологического режима работы скважин проводят исследование скважин различными методами.

Исследования скважин проводят с помощью гидродинамических и термодинамических методов.

Гидродинамические методы исследования основаны на решениях обратных задач подземной гидродинамики и позволяют изучить условия притока жидкости и газа из пласта в скважину, определить такие важнейшие параметры залежи, как проницаемость пласта и призабойной зоны, гидропроводность и пьезопроводность пласта, начальное и текущее пластовое давление, нефтегазоводонасыщенность, коэффициенты продуктивности скважин и ряд других параметров. Эти методы позволяют исследовать также особенности взаимодействия скважин и геологического строения пластов.

Гидродинамические исследования скважин проводят при установившихся режимах работы скважин (исследования на приток) и при

неустановившихся режимах со снятием кривых восстановления (или падения) забойного давления после изменения режимов работы скважин.

В гидродинамические методы исследования входят также методы взаимодействия скважин (гидропрослушивание) изучение профилей притока жидкости и изменения параметров по разрезу пласта.

Термодинамические методы исследования основаны на некоторых закономерностях изменения температуры по стволу скважины и на забое в процессе эксплуатации скважины.

Исследование с помощью термодинамических методов позволяет определить профили притока жидкости и газа по разрезу пласта и оценивать его геолого-физические параметры.

При гидродинамических исследованиях производят замера расходов жидкостей и газов, пластового и забойного давления и изменение этих параметров во времени при разных ре-хинах работы скважин.

При термодинамических исследованиях дополнительно фиксируют изменение температуры на забое скважины и ее распределение по стволу.

Результаты исследования скважин (данные о замерах дебитов, давлений и температуры) специальным образом обрабатывают с целью получения необходимой информации о параметрах пласта и состоянии призабойной зоны.

В настоящее время известно большое число различных методов обработки результатов исследования скважины: графических и аналитических.

Изучение этих методов поможет оценить преимущества и недостатки каждого из них и выбирать способ обработки с учетом характера конкретной решаемой задачи.

Перечисленные выше методы исследования применимы при всех способах эксплуатации и для всех категорий скважин (эксплуатационных, нагнетательных, пьезометрических и др.).

Изучая этот раздел, обратите внимание на технику и технологию проведения исследований, на применяемые приборы и оборудование, способы и методы замера расходов жидкости и газа, забойных давлений и уровней жидкости в скважинах.

Необходимо изучить устройство и принцип работы расходомеров, дебитомеров, глубинных

манометров, пьезографов, термометров и способы расшифровки показаний этих приборов.

Следует ознакомиться с правилами техники безопасности при проведении исследований скважин.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава VII [1]

Раздел 4 [2]

Глава VI [3]

### Контрольные вопросы.

1. Цели и задачи исследования скважин.
2. Какие методы исследования скважин Вы знаете?
3. В чем сущность исследования скважин при установившемся режиме работы?
4. В чем сущность исследования скважин при неустановившемся режиме фильтрации?
5. Сущность термодинамических методов исследования скважин? Обработка результатов исследования.
6. Как обрабатываются результаты исследования при установившемся режиме работы?

7. Как обрабатываются результаты исследования при неустановившемся режиме фильтрации?

8. Как строится индикаторная диаграмма, что она выражает? Какие факторы влияют на форму индикаторной кривой?

9. Как определяется коэффициент продуктивности скважины?

10. Какие методы обработки кривой восстановления давления с учетом притока жидкости после остановки скважины Вы знаете?

11. Что понимают под термином "потенциальный дебит" скважины? Почему скважины эксплуатируются с меньшим дебитом?

12. Как определяют параметры пласта и призабойной зоны по результатам исследования скважин?

13. В чем сущность гидроразведки (гидропрослушивания) пласта?

14. Каковы особенности технологии проведения исследования скважин?

15. Как определяет пластовое и забойное давление, расходы жидкости и газа?

16. Устройство и принципы работа глубинных манометров, дебитомеров и расходомеров?

17. Техника безопасности при исследовании скважин.

## ТЕМА 7. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДЪЕМА ЖИДКОСТИ В СКВАЖИНАХ.

Теория движения газожидкостной смеси по вертикальным трубам является общей основой для фонтанного и газлифтного способов эксплуатации скважин. Некоторые приложения этой теории применимы и к решению ряда задач, возникающих при эксплуатации скважин глубинными насосами.

Знание основ этой теории позволяет решать ряд важных задач, связанных с фонтанной и газлифтной эксплуатацией скважин, таких, например, как подбор подъемного оборудования, расчет режимов работы подъемников при различных условиях, определение оптимальных расходов рабочих агентов и затрат дополнительной энергии на подъем жидкости.

Следует отметить, что в силу сложности физических явлений, происходящих при движении двух- и многофазных жидкостей в вертикальных трубах, теория такого движения, несмотря на большое

число исследований, проведенных в этой области, до настоящего времени еще полностью не разработана.

Полученные решения носят приближенный характер и основываются в значительной мере на экспериментальных данных,

изучение этого раздела необходимо начать с изучения баланса энергии в работающей скважине, на основе этого уяснить условия, при которых возможны различные способы эксплуатации скважин: фонтанный, газлифтный, глубинонасосный.

Затем рассмотреть условия, при которых возможен подъем жидкости за счет энергии гидростатического напора и энергии расширяющегося газа нужно обратить внимание на структуру в форму потоков жидкости в трубах. Нужно разобраться в условиях возникновения и границах существования различных форм движения,

Движение газожидкостной смеси характеризуется такими параметрами, как газовое число, расходное, объемное или массовое содержание газа, истинное газосодержание, плотность отдельных фаз и смеси, истинные и относительные скорости фаз, приведенные скорости фаз, скорость смеси.

Кроме того, в отдельных случаях исследование особенностей движения газожидкостных смесей проводят с помощью безразмерных параметров подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, Вебера и др.)

Изучение этих параметров и их определении должно быть уделено самое серьезное внимание.

При движении, газожидкостной смеси в отличие от движения однородной жидкости кроме потерь давления на преодоление сил трения возникает еще дополнительные потери давления на скольжение, обусловленные различием в скоростях движения отдельных фаз.

Точное определение этих потерь давления представляет сложную задачу, поэтому необходимо ознакомиться с экспериментальными работами, посвященными этому вопросу для различных типов подъемников и выяснить, от каких факторов и каким образом зависят потери давления на трение и скольжение.

Изучая зависимость объемного расхода жидкости от объемного расхода газа(рабочего агента) следует обратить внимание на отдельные характерные точки этой зависимости: точки начала выброса, оптимального и максимального дебита, конечной

точки. Первая и последняя точки на кривой зависимости расхода жидкости от расхода газа соответствуют условиям нулевой подачи.

Необходимо разобраться также ж в том, как будет вести себя выше указанная зависимость при изменении относительного погружения труб под динамический уровень и при изменении диаметра подъемных труб.

При расчетах компрессорных подъемников широкое применение в нефтепромысловой практике нашли расчетные зависимости академика

А.П. Крылова. Эти зависимости получены на основе обработки экспериментальных исследований при следующих допущениях:

- 1) расширение газа в подъемных трубах подчиняется закону Бойля-Мариотта, т.е. газ принимается идеальными;
- 2) давление в трубах распределяется по линейному закону;
- 3) форма движения газожидкостной смеси снарядной ("четочная").

Кроме того, эти зависимости получены для жидкости, вязкость которой равна 5 мПа\*с и для труб короткой длины.

При использовании этих зависимостей для расчетов реальных (длинных) подъемников вводят понятие о среднем градиенте давления по длине труб в среднем объеме расходе газа в предположении изотермического его расширения.

Следует также помнить о том, что расчетные зависимости А. П. Крылова позволяют рассчитывать параметры работы газожидкостных подъемников только для двух режимов, соответствующих максимальному и оптимальному дебиту жидкости.

В заключение этого раздела необходимо ознакомиться с методами расчетов газожидкостных подъемников предложенными другими исследователями.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава VIII [1]

Глава VII [3]

### Контрольные вопросы.

I. Напишите уравнение баланса энергии в работающей скважине и объясните физический смысл входящих в него величин.

2. Какие возможны формы и структуры движения газожидкостных потоков?

3. От чего зависит и как определяется КПД подъемников, работающих за счет энергии гидростатического напора и энергии расширяющегося газа?

4. Что понимают под абсолютным и относительным погружением лифта под динамический уровень?

5. Какими параметрами характеризуется движение газожидкостных смесей?

6. Какие подъемники называют идеальными, полуйдеальными и реальными?

7. От чего зависят потери давления на преодоление сил трения и скольжения? Как можно определить эти потери давления?

8. Начертите график зависимости расхода жидкости от расхода газа и объясните его.

9. Как зависит производительность лифта от его диаметра и относительного погружения?

10. Что понимают под термином "режим нулевой подачи"?

11. Как распределяется давление по длине лифта?

12. При каких допущениях получены расчетные зависимости А.П.Крылова?

13. Напишите расчетные зависимости А.П.Крылова и объясните их?

14. Как осуществляется переход от расчетных зависимостей для коротких подъемников к расчетным зависимостям для реальных подъемников?

15. Каким образом можно повысить КПД газожидкостного подъемника?

## ТЕМА 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФОНТАННЫХ СКВАЖИН.

При фонтанной эксплуатации скважины подъем жидкости от забоя на дневную поверхность происходит исключительно за счет природной энергии и поэтому этот способ эксплуатации является наиболее экономичным.

Фонтанирование скважины может происходить за счет энергии гидростатического напора или за счет энергии сжатого газа, выделяющегося из нефти при снижении давления на забое или на некоторой глубине ниже давления насыщения.

фонтанирование возможно только в том. случае, если энергии гидростатического напора или выделяющегося газа достаточны для преодоления давления, обусловленного весом столба жидкости, сил трения и противодействия на устье скважины.

Отсюда следует, что существует определенная минимальная величина забойного давления, при котором еще возможно фонтанирование.

Снижение давления на забое ниже этой минимальной величины, приводит к прекращению фонтанирования, хотя при этом. приток жидкости газа из пласта в скважину может увеличиваться.

Изучая условия фонтанирования, нужно обратить внимание на то, как влияет на эти условия процентное содержание воды в жидкости, поступающей в скважину из пласта.

Из формул, приведенных в учебнике, видно, что даже небольшое содержание воды в газожидкостной смеси резко ухудшает условия, при которых возможно фонтанирование.

Следует обратить внимание также на общие существенно отличные черты течения газожидкостной смеси в фонтанном и компрессорном подъемниках. Существенное отличие между этими подъемниками

состоит в том, что в компрессорном подъемнике газ, подаваемый с поверхности, у башмака подъемных труб находится в свободном состоянии, а в фонтанном подъемнике весь газ или его большая часть может находиться в растворенном состоянии и только при дальнейшем подъеме жидкости по колонне труб этот газ выходит из раствора.

Изучив условия фонтанирования, нужно ознакомиться с методами расчета фонтанных подъемников, по определению диаметра фонтанных труб, глубины их спуска, КПД подъемника, как для начальных условий эксплуатации скважины, так и для условий в конце фонтанирования.

В дальнейшем нужно подробно изучить оборудование, применяемое при фонтанной эксплуатации (колонные головки, фонтанную арматуру, штуцеры, трапы и прочее), его типоразмера .техническую характеристику, преимущества и недостатки. Детально разобраться в схемах обвязки фонтанных скважин и методах регулирования их работы.

Изучая методы исследования фонтанных скважин, обратите внимание на то, как строятся регулировочные кривые и как их используют при

назначении технологического режима работы скважины.

В заключении следует подробно ознакомиться с основными неполадками в процессе фонтанной эксплуатации скважин и мероприятиями по их предупреждению и устранению, а также с основными правилами техники, безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава IX [1]

Раздел 4 [2]

Глава VI [3]

### Контрольные вопросы.

1. При каких условиях возможно фонтанирование скважины?

2. Как производится расчет фонтанного подъемника?

3. Для чего служит колонная головка? Какие типы колонных головок Вы знаете?

4. В чем сходство и в чем разница между фонтанными и компрессорными подъемниками?

5. Типы фонтанной арматуры.

6. При каких условиях применяется тройниковая фонтанная арматура и арматура крестового типа?

7. Опишите узлы и детали фонтанной арматуры.

8. В чем выражается связь работы пласта с условиями работы фонтанного подъемника?

9. Каковы возможные схемы обвязки фонтанных скважин? Их название?

10. В чем сущность методов регулирования работе фонтанного подъемника?

11. Роль штуцеров и трапов при регулировании работы фонтанного подъемника.

12. При каких условиях применяют забойные штуцеры?

13. Как производится исследование фонтанных скважин?

14. Какие осложнения возможны при фонтанной эксплуатации скважин?

15. Принципы устройства и работы автоматической депарафинизационной установки и летающих скребков.

16. Меры по охране труда и техники безопасности фонтанной эксплуатации скважин.

## ТЕМА 9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗЛИФТНЫХ СКВАЖИН.

При газлифтной эксплуатации скважин подъем жидкости на дневную поверхность осуществляется за счет энергии сжатого естественного газа или воздуха, подаваемого в скважину с поверхности .

Сжатие газа или воздуха до необходимого давления производят в компрессорах. В том. случае, если на месторождении имеются чисто газовые горизонты или нефтяные с высоким, содержанием растворенного газа и достаточным давлением, то можно для эксплуатации скважин использовать природную энергию такого газа и обойтись без строительства дорогостоящих компрессорных станций.

Скважины, эксплуатирующиеся с использованием природной энергии попутного или естественного газа, в тон случае называют бескомпрессорными газовыми подъемниками;

Конструкции газовоздушных подъемников могут быть различными и отличаться друг от друга количеством и расположением спускаемых в скважину труб, а также направлением движения рабочего агента (газа или воздуха).

Различают однорядные и двухрядные подъемники с кольцевой и центральной системой подачи рабочего агента.

В особенностях конструкции подъемников надо разобраться детально и изучить преимущества и недостатки всех типов газовоздушных подъемников.

Основным недостатком компрессорных и бескомпрессорных подъемников является весьма низкий КПД, поэтому необходимо изучить область наиболее эффективного применения компрессорных подъемников и те мероприятия, при помощи которых можно повысить КПД эффективность работы подъемника.

Изучая этот раздел, следует обратить внимание на характеристику и устройство применяемого оборудования (обвязки устья скважина, применяемая арматура, пусковые и рабочие клапаны, рабочие лифты, хвостовики в др.), разобраться в системах

газовоздухораспределения и в компрессорном хозяйстве.

Расчет компрессорного подъемника можно производить с использованием номограмм и формул различных авторов. Следует ознакомиться с методиками расчета компрессорных подъемников предложенными А. П. Крыловым, В.С.Меликовым и др. авторами.

Следует помнить, что расчет компрессорного подъемника можно производить для различных заданных условий: ограниченный или неограниченный отбор жидкости, допустимый удельный расход рабочего агента и др.

При расчете определяют длину подъемника, оптимальный диаметр труб и наиболее выгодное количество нагнетаемого рабочего агента.

Так как запуск в работу компрессорного подъемника происходит при более высоком давлении, чем его работа, то следует изучить методы определения пускового давления для различных конструкций подъемников, а также методы снижения пускового давления и методику расчета по определению места установки пусковых клапанов.

С целью повышения эффективности использования энергии сжатого газа и снижения его расхода, применяют эксплуатацию скважин периодическим лифтом, плунжерным и гидропаккерным лифтами.

При изучении этих вопросов следует обратить внимание на конструктивные особенности этих подъемников, область возможного применения и порядок расчетов основных технологических показателей.

При исследовании компрессорных скважин имеются определенные особенности, связанные с изменением режимов работы. Обычно исследуют компрессорные скважины следующими двумя методами: 1) при постоянном расходе рабочего агента и переменном противодавлении на устье; 2) при переменном расходе рабочего агента и постоянном противодавлении на устье.

Первый метод называют способом Максимовича, второй - способом АзНИИ.

При помощи соответствующей обработки результатов исследования получают индикаторную кривую для данной скважины.

Результаты исследования используют для назначения оптимального режима работы подъемника.

В заключение следует изучить основные неполадки, возникающие при газлифтной эксплуатации скважин и основные мероприятия по охране труда и техники безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава X [1]

Раздел 4 [2]

Глава VII [3]

### Контрольные вопросы.

1. Какие конструкции и системы газлифтных подъемников Вы знаете? В чем их принципиальное отличие?
2. Какое оборудование применяют при газлифтной эксплуатации скважин?
3. Как производится расчет газлифтного подъемника по номограммам и с помощью расчетных формул?
4. От чего зависит пусковое давление? ах можно снизить величину пускового давления?

5. Объясните устройство и принцип работы пусковых клапанов.

6. Для каких целей служит рабочая муфта?

7. Опишите схему газовоздухораспределения.

8. В чем отличие бескомпрессорного газового подъемника от обычного газлифтного подъемника?

9. Как производится исследование газлифтных скважин? методика обработки результатов исследования.

10. При каких условиях применяется периодическая газлифтная эксплуатация? В чем особенность такой эксплуатации скважин?

11. В чем преимущества использования газа перед воздухом при эксплуатации компрессорных подъемников?

12. При каких условиях применяются и в чем особенность эксплуатации скважин с помощью плунжерного и гидропакерного лифтов?

13. Какие знаете варианты внутрискважинного газлифта?

14. Основные неполадки и осложнения при газлифтной эксплуатации. Мероприятия по устранению и предупреждению этих осложнений.

15. Меры по охране труда и техника безопасности при газлифтной эксплуатации скважин.

## ТЕМА 10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН ШТАНГОВЫМИ ГЛУБИНЫМИ НАСОСАМИ (ШГН).

Добыча нефти с помощью штанговых насосов благодаря простоте принципа действия и устройства установки получила самое широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом.

Современные штанговые установки позволяют извлекать нефть с глубины до 4000 м. с отбором жидкости до 500 м<sup>3</sup>/сут.

Штанговая глубиннонасосная установка включает в себя следующие основные элементы:

1. Глубинный плунжерный насос;
2. Систему штанг и насосно-компрессорных труб, на которых

насос устанавливается в скважине на заданной глубине; 3. Индивидуальный привод, состоящий из станка-качалки (балансирного или безбалансирного типа) и электродвигателя;

4. Устьевое оборудование;

5. Приспособление для подвески насосных штанг к головке балансира станка-качалки.

Каждый вышеперечисленный элемент штанговой глубинно-насосной установки должен быть подробно изучен в следующем порядке : назначение, устройство, принцип работы, выпускаемые типоразмеры, техническая характеристика, преимущества и недостатки, возможные условия и области применения.

После того, как подробно будет изучен принцип работы и устройство каждого элемента глубиннонасосной установки, следует перейти к определению производительности глубинного насоса и всей установки в целом.

Здесь следует обратить внимание, на следующее обстоятельство: при спуске насоса на большую глубину, вследствие действия на колонну штанг и насосно-компрессорных труб статических и динамических нагрузок, последние испытывают существенные упругие деформации (удлинения и укорачивания).

Из-за упругих деформаций насосно-компрессорных труб и штанг длина перемещения

плунжера в насосе отличается от длины хода точки подвески штанг на головке балансира, а поэтому теоретическая производительность установки будет значительно отличаться от производительности, подсчитанной по параметрам работы станка-качалки.

Следовательно, предварительно нужно научиться определять усилия, действующие на НКТ и штанги при работе установки. По найденным усилиям определить возможные упругие деформации НКТ и штанг, а затем действительную длину хода плунжера в насосе.

Кроме отмеченного, производительность глубинного насоса, как и обычного поршневого, зависит от коэффициента наполнения коэффициента наполнения.

Так как в большинстве случаев глубинный насос откачивает не однородную, а газожидкостную смесь, то это приводит к значительному снижению коэффициента наполнения насоса, а иногда и к полному срыву подачи. Поэтому следует изучить влияние на коэффициент наполнения насоса объема вредного пространства, величины газового фактора и режима работы установки (числа качания и длины хода плунжера).

Здесь же следует хорошо разобраться в тех мероприятиях и приспособлениях, которые могут быть использованы для снижения вредного влияния газа на работу глубинного насоса.

При определении производительности глубинонасосной установки следует обратить также внимание на зависимость ее от величины диаметра плунжера насоса, так как увеличение диаметра плунжера повышает производительность установки до определенного предела, после чего она при сохранении тех же параметров откачки начинает снижаться. Это связано с увеличением нагрузок на штанги и трубы, следовательно, с увеличением деформаций и потерь длины хода плунжера.

Изучая этот раздел, нужно научиться производить подбор глубинонасосного оборудования для эксплуатации скважины, используя как расчетно-аналитические методы, так и различные диаграммы и графические зависимости.

При установлении параметров работы насосной установки необходимо изучить методику определения наиболее выгоднейших соотношении между диаметром плунжера насоса, длиной хода и числом качаний для

заданных дебита скважины и глубины подвески насоса.

Контроль за работой насоса осуществляется путем периодического снятия динамограмм при помощи специального прибора -динамографа или с помощью телединамометрирования.

Динамограмма дает графическую зависимость между длиной точки подвеса штанг и усилиями, действующими в этой точке. Теоретическая динамограмма представляет собой правильный параллелограмм. Сопоставляя фактическую динамограмму с теоретической можно установить причины отклонений в работе насоса от норм, а также степень этих отклонений.

Для того, чтобы правильно использовать динамограмму в работе, необходимо тренироваться в расшифровке их и изучить наиболее характерные динамограммы при тех или иных отклонениях в работе насоса.

Для скважин оборудованных ШНГ применимы все гидродинамические методы исследования, при этой вместо замера давления на забое можно использовать замеры динамических и статических уровней.

Уровни в скважине можно замерять с поверхности с помощью специального прибора - эхолота. Поэтому нужно изучить устройство и принцип работы эхолота, и способы расшифровки эхограмм.

Особое внимание при изучении этого раздела нужно обратить на возможные осложнения в процессе эксплуатации штанговых глубинонасосных установок, связанных с вредным влиянием газа, парафина и других факторов.

Нужно изучить устройство и особенности эксплуатации газовых, песочных и газопесочных якорей, методику их расчета и эффективность их использования.

В заключение этой темы следует изучить особенности периодической эксплуатации малодебитных скважин и методику установления технологического режима их работы, а также основные правила техники безопасности при глубинонасосной эксплуатации скважин.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XI [1]

Раздел 8 [2]

Контрольные вопросы.

1. Опишите принципиальную схему штанговой глубинонасосной установки.
2. В чем отличие вставных глубинных насосов от невставных (трубных) насосов?
3. Опишите устройство Насосов НГВ-1 и НГН-1.
4. Какие типы плунжеров Вы знаете? Их назначение?
5. Опишите устройство и принцип работы станка-качалки.
6. Методы уравнивания станков-качалок.
7. Как определяется теоретическая производительность глубинного насоса?
8. Как определяется производительность глубинонасосной установки?
9. Что называют коэффициентом наполнения насоса?
10. Что называют коэффициентами подачи? В чем его отличие от коэффициента наполнения насоса?
11. Что называют "вредным пространством" насоса?

12. Какие силы действуют в точке подвеса штанг при работе установки?

13. Как можно определить максимальные усилия, действующие в точке подвеса штанг?

14. Как определяется действительная длина хода плунжера?

15. Что называют "фактором выигрыша хода"?

16. Как зависит производительность насоса от диаметра плунжера?

17. В чем заключается вредное влияние газа на работу насоса? Как определить область срыва подачи?

18. С помощью каких мероприятий можно уменьшить вредное влияние газа на работу насоса?

19. Как подбирается глубинонасосное оборудование для эксплуатации скважины?

20. Как можно рассчитать и подобрать колонну штанг?

21. Как предохраняется насос от вредного влияния песка?

22. Объясните особенности теоретической динамограммы работы насоса.

23. Каким образом можно определить уровень жидкости в глубинно-насосной скважине?

24. Основные особенности эксплуатации малодебитных скважин.

25. Меры по охране труда и технике безопасности при глубинонасосной эксплуатации.

## ТЕМА 11. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН ПОГРУЖНЫМИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ (ПЭЦН).

Все более широкое применение в добыче нефти находят погружные электроцентробежные насосы.

Суммарная добыча нефти из скважин, оборудованных в 1977г. ПЭЦН, достигает 190 млн.т., а к 1980 г. добычу нефти при помощи планируется довести до 215-218 млн.т.

Погружные электроцентробежные насосы применяют для эксплуатации глубоких скважин с высокими коэффициентами продуктивности и низкими уровнями, для откачки больших количеств жидкости при форсированном отборе, а также для межпластовой закачки воды при поддержании пластового давления в нефтяных залежах.

Выпускаемые промышленностью ПЭЦВ имеют широкий диапазон изменения производительности : от 40 до 700 м<sup>3</sup>/сут., при этом они могут развивать напор в 300-1520 метров. В ближайшие годы планируется выпуск насосов еще более высокой производительности - до 1400 м /сут.

ПЭЦН характеризуется сравнительно большим межремонтным периодом работы (от 200 сут. до 2-3 лет), позволяют широко внедрять автоматизация всех технологических процессов при добыче нефти.

Установка погружного электроцентробежного насоса включает в себя подземное и наземное оборудование. В подземное оборудование входит : погружной многоступенчатый вертикальный центробежный насос, электродвигатель специальной конструкции устройством для гидрозащиты электродвигателя (протектор; ,электрический кабель для подачи электроэнергии к двигателю обратный клапан и устройство для выпуска жидкости из НКТ во время подъема их на поверхность.

К наземному оборудованию относятся : кабельный барабан, направляющий роли с амортизатором, подвесная шайба я устьевая арматура.

Для ручного в автоматического регулирования работы установки погружного электроцентробежного насоса служит специальная станция управления, обеспечивающая нормальную работу ПЭЦН по заданной программе.

С устройством, принципом работы и технической характеристикой всех основных узлов и деталей ПЭЦН следует ознакомиться по учебнику и по специальной литературе.

Нужно обратить внимание на основные достоинства и недостатки как отдельных деталей, так и всей установки ПЭЦН в целом.

Основное внимание следует обратить на методику подбора ПЭЦН для эксплуатации скважины, особенности проведения исследований в скважинах, оборудованных ПЭЦН, технологии спуска и подъема насоса, а также запуска его в работу.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XII [1]

Раздел 10 [2]

Глава IX [3]

Контрольные вопросы.

1. Какова область применения ПЭЦН?
2. Опишите основные элементы, входящие в установку ПЭЦН?
3. Для чего служит протектор, каково его устройство и принцип работы?
4. Как осуществляется регулирование производительности электроцентробежного насоса?
5. Как производится подбор ПЭЦН для эксплуатации скважины?
6. В чем особенность исследования скважин, оборудованных ПЭЦН?
7. Опишите технологии спуска ПЭЦН в скважину.
8. Преимущества и недостатки погружных электроцентробежных насосов.

## ТЕМА 12. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН ГИДРОПОРШНЕВЫМИ НАСОСАМИ (ГПН)

Гидропоршневые насосы применяют для эксплуатации глубоких (до 4000 м.) наклоннонаправленных скважин с низким

динамическим уровнем и характеризующихся малым и средними дебитами.

Гидропоршневые насосы имеют высокий КПД, мало габаритные размеры и позволяют одним агрегатам откачивать жидкость в нужных количествах и с различных глубин.

Насосная установка с погружным гидропоршневым насосом состоит из подземного и наземного оборудования и специальной устьевой головки.

Конструктивные особенности гидропоршневых насосов, их техническую характеристику, условия применения и особенности эксплуатации следует изучить по литературе 22.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XII [1]

Раздел IX [2]

### Контрольные вопросы

1. В каких условиях возможно применения гидропоршневых насосов?

2. Опишите общую схему установки и принцип работы гидропоршневого насоса

3. Как определяется производительность гидропоршневого насоса?

4. В чем преимущества и недостатки установок с гидропоршневыми насосами?

### НАСОСЫ ДРУГИХ ТИПОВ

Кроме рассмотренных выше типов насосов, применяемых для извлечения нефти из скважин, в настоящее время ведутся работы по внедрению в производство и других типов погружных насосов : винтовых погружных электронасосов, вибрационных установок и диафрагменных насосов.

Ознакомиться с устройством и технической характеристикой этих насосов можно в справочной книге по добыче нефти и по специальной литературе.

### ТЕМА 13. ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН.

Большинство месторождений нефти являются много пластовыми. Во многих случаях целью уменьшения расходов на бурение оказывается возможным эксплуатировать одной скважиной два (или несколько) нефтяных пласта.

Одновременно-раздельная эксплуатация нескольких нефтяных пластов может быть осуществлена при помощи многорядных скважин или же одной скважиной, ствол которой оборудован таким образом, чтобы разрабатываемый пласты не сообщались друг с другом, и их продукция направлялась на дневную поверхность под разным давлением.

При этом отбор жидкости из каждого пласта может быть осуществлен различными способами.

Выпускаемое в настоящее время оборудование для одновременно-раздельной эксплуатации позволяет эксплуатировать скважину по следующим схемам : фонтан-фонтан, фонтан-насос, насос-насос (штанговые или ЭЦН), фонтан-компрессор, насос-компрессор, компрессор-компрессор.

Наряду с оборудованием для одновременно-раздельной эксплуатации промышленностью выпускается оборудование, позволяющее

производить закачку воды для заводнения пластов через одну нагнетательную скважину в два пласта с различным давлением нагнетания.

При изучении этого раздела нужно обратить внимание на типы и конструкцию выпускаемого оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации пластов и для совместно-раздельной закачки воды, изучить вопросы, связанные с проведением исследований в таких скважинах и назначением технологического режима их работы, ознакомиться с практикой внедрения и опытом эксплуатации таких скважин, а также с преимуществами и недостатками одновременно-раздельной эксплуатации скважин.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XIII [1]

### Контрольные вопросы.

1. В чем особенность конструкции многорядных скважин?

2. При каких условиях возможно одной скважиной одновременно эксплуатировать несколько продуктивных горизонтов?

3. В чем сущность одновременно-раздельная эксплуатация одной скважиной нескольких нефтяных пластов?

4. Каковы возможные схемы одновременно-раздельной эксплуатации скважин?

5. Какое оборудование для одновременно-раздельной эксплуатации скважин выпускается промышленностью?

6. В чем заключаются особенности проведения исследований в скважинах, оборудованных для одновременно-раздельной эксплуатации?

7. Как осуществляется контроль за технологическим режимом работы скважин при одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов?

8. В чем преимущества и недостатки одновременно-раздельной эксплуатации скважин?

## ТЕМА 14. РАБОТЫ ПО ПОДЗЕМНОМУ РЕМОНТУ СКВАЖИН

Вследствие износа или выхода из строя деталей подземного и наземного оборудования скважин,

поступления на забое песка и воды, отложений парафина, отворотов и обрывов штанг, заклинивания плунжера в насосе, появления утечек жидкости в насосно-компрессорных трубах и углового ряда других причин добыча нефти из скважины снижается или совсем прекращается.

Своевременное и эффективное восстановление нормальной эксплуатации скважины является основной задачей работ по подземному ремонту.

Подземный ремонт наиболее трудоемкий технологический процесс в нефтедобывающей промышленности.

С увеличением фонда скважин, оборудованных штанговыми глубиннонасосными установками, как правило, увеличивается объем работ по подземному ремонту.

В связи с этим, одной из важных задач в области совершенствования техники и технологии добычи нефти является повышение надежности применяемого оборудования для добычи нефти и обеспечение возможно большего межремонтного периода его работы.

Подземный ремонт производится специальной бригадой повахтенно.

К основным видам работ, выполняемых при подземном ремонте, можно отнести следующее : смена глубинного насоса или его деталей ; ликвидация обрывов и отворотов штанг и НКТ ; увеличение или уменьшение глубины спуска насоса ; ликвидация утечек в трубах ; очистка или промывка забоя от песчаных пробок ; спуск и замена пакеров и другие виды работ.

При подземном ремонте значительный объем работ, выполняемый бригадой приходится на долю спуско-подъемных операций, связанных с извлечением на дневную поверхность или спуском в скважину НКТ и штанг.

Все работы при подземном ремонте выполняются с помощью комплекса специального оборудования, включающего в себя подъемные и транспортные механизмы и машины, а также инструменты для выполнения ручных операций и средства механизации.

Изучая этот раздел, надо детально ознакомиться с технической характеристикой и устройством эксплуатационных вышек, мачт, специальных передвижных агрегатов, подъемников, лебедок, инструментов, применяемых для свинчивания и

развинчивания штанг в труб, элеваторов и ключей (ручных и механических).

Особое внимание необходимо обратить на средства механизации, применяемые при спуско-подъемных операциях;

При подземном ремонте часто приходится производить очистку забоя скважины от песчаных пробок. Поэтому студенту нужно изучить способы и методы очистки и промывки песчаных пробок в эксплуатационных скважинах, научиться производить гидравлический расчет промывки скважины различными жидкостями, на основе которого выбирается необходимое оборудование и назначается режим его работы.

Так как на долю подземного ремонта приходится около 50 % всех случаев травматизма в нефтедобыче, то при изучении этого раздела вопросам охраны труда и основным мероприятиям по технике безопасности нужно уделить особое внимание.

## ЛИТЕРАТУРА

- Глава XV [1]
- Раздел 10 [2]
- Глава XIV [3]

### Контрольные вопросы

1. Что называют коэффициентом эксплуатации и как его определяют?
2. Какие виды работ выполняются при подземном ремонте скважин?
3. Какие подъемные механизмы и устройства применяют при спуско-подъемных операциях?
4. Какие инструменты и приспособления применяются при спуске и подъеме НКТ и штанг?
5. В чем преимущество технологий МСПД?
6. Какие знаете методы ликвидации песчаных пробок?
7. В чем особенности чистки песчаных пробок, а скважинах, а низким пластовым давлением и в поглощающих скважинах?
8. В чем отличие между прямой и обратной промывками песчаных пробок? Их преимущества и недостатки?
9. Сущность гидравлического расчета промывки песчаной пробки.
10. Какие жидкости применяются для промывки песчаных пробок? В чем их преимущества и недостатки?

11. Объясните устройство и принцип работы гидробуров и струйных аппаратов.

12. Меры по охране труда и техники безопасности при подземном ремонте скважин

## ТЕМА 15 . КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СКВАЖИН.

К капитальному ремонту относятся наиболее сложные виды работ, которые не могут быть выполнены силами бригад подземного ремонта.

В состав работ по капитальному ремонту скважин входят: ликвидация крупных аварий с подземным оборудованием; исправление нарушений в эксплуатационной колонне (слои или смятие); изоляция от чуждых вод; крепление призабойной зоны цементом, пес-ком, смолами; возврат скважины на другие горизонты; разбуривания песчаных пробок; резка и бурение второго ствола; работы, связанные с воздействием на призабойную, зону для увеличения производительности скважин; сложные ловильные работы и др.

Указанные виды работ производятся специальными конторами капитального ремонта,

входящими в структуру НГДУ, которые оснащены соответствующей техникой в инструментами, а также кадрами необходимой квалификации.

Изучая эту тему надо обратить внимание на порядок обследования скважины перед проведением работ, для установления характера неполадок и причин, повлекших выход скважины из строя.

Следует также подробно научить используемые при капитальном ремонте скважин оборудование и инструменты, их техническую характеристику, назначение и возможности эффективного использования их при тех или иных видах работ в скважине.

Особо надо обратить внимание на вопросы, связанные с техникой безопасности при капитальном ремонте скважин.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XV [1]

Раздел 10 [2]

### Контрольные вопросы

1. Какие виды работ относятся к категории капитального ремонта?

2. Как определить место притока воды в скважину?

3. Какие виды ловильных работ могут быть в скважине?

4. Какие ловильные инструменты Вы знаете, каково их назначение?

5. Как осуществляется зарезка второго ствола? Какое при этом применяется оборудование?

6. Как ликвидируется поступление в скважину посторонней воды?

7. Техника безопасности при капитальном ремонте скважины.

## ТЕМА 16 ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА МОРСКИХ ПРОМЫСЛАХ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.

Технология эксплуатации скважин на море и скважин, расположенных на территориях принципиально та же, что и на суше. Основные особенности заключаются в том, что эксплуатационные скважины располагаются концентрированно кустами на специальных

гидротехнических сооружениях различного типа. Так как при таком расположении скважины искусственно искривлены, то возникает необходимость в применении приспособлений для эксплуатации искривленных скважин. Кроме того, имеются специфические условия для проведения подземного ремонта и текущего обслуживания скважин.

Следует обратить внимание на особенности строительства к конструкции гидротехнических сооружений островного и эстакадного типа, а также на мероприятия по защите оборудования от морских волн и затопления во время весенних паводков.

## ЛИТЕРАТУРА

Глава XVI [1]

Глава XV, Глава VIII [3]

### Контрольные вопросы

1. В чем особенность конструкций морских оснований для буровых установок?

2. Каковы принципы размещения скважин на море?

3. Назначение и конструктивные особенности морских эстакад?

4. Особенности обслуживания и организация работ на морских скважинах?

5. Как осуществляется сбор и транспорт нефти и газа на морских промыслах

6. В чем особенности эксплуатации искривленных скважин?