**ПОНЯТИЕ О СКВАЖИНЕ, ЕЁ ЭЛЕМЕНТАХ И ПАРАМЕТРАХ**

Байгильдина Лилия Рифхановна, преподаватель,

НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ», г. Нижневартовск

Методическая разработка учебного занятия по теме для обучающихся 2 курса образовательных организаций среднего профессионального образования очной формы обучения

Студент должен

**знать:** геофизические методы контроля технического состояния скважины;

требования рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений;

методы воздействия на пласт и призабойную зону.

**уметь:** обрабатывать геологическую информацию о месторождении;

проводить исследования нефтяных и газовых скважин и пластов;

использовать результаты исследования скважин и пластов;

разрабатывать геолого-технические мероприятия по поддержанию и восстановлению работоспособности скважин.

**Литература:** [1], с. 144 – 212; [2], с. 65 - 72.

**Методические указания:**

изучить конструкцию скважины, знать ее элементы и параметры, работать с таблицами ГОСТ; приобрести практические навыки расчета минимальной глубины спуска кондуктора, колонн обсадных труб по диаметру и их выбора.

Введение

Добыча нефти – одна из важнейших отраслей промышленности. Нефть и продукты, получаемые из этого природного ископаемого, лежат в основе современной жизни каждого человека на планете, независимо от того, проводится разработка непосредственного в его родном государстве или импортируется. Добыча этого ресурса осуществляется посредством бурения **нефтяных скважин**.

Первое в мире бурение скважины для целей нефтедобычи проведено в 1846 году в посёлке Биби-Эйбат недалеко от Баку, входившем в Российскую империю. Глубина нефтяной скважины составляла 21 м. Скважина была разведочной.

В 1864 году первая в России эксплуатационная скважина была пробурена на Кубани, в селе Киевском, в долине реки Кудако.

Первую американскую нефть из буровой скважины глубиной 15 м добыли в 1857 году в Эннискиллен. Однако чаще всего считают, что первая американская нефть из промышленной скважины была получена 27 августа 1859 года.

ТЕМА 1 ПОНЯТИЕ О СКВАЖИНЕ, ЕЕ ЭЛЕМЕНТАХ И ПАРАМЕТРАХ

1 Понятие о нефтяной скважине

*Нефтяная скважина* – это специальная горная выработка круглого сечения диаметром 75-400 мм, сооружаемая без доступа в нее человека, предназначенная для добычи либо разведки нефти и попутного нефтяного газа.

Кроме непосредственно скважины, она также имеет колодец и шахту, куда есть доступ рабочим. Подобные скважины предназначены, прежде всего, для добычи нефти, но также с их помощью получают попутный нефтяной газ, образовывающийся в местах залежей «черного золота».

Большая часть скважин имеет вертикальное строение, в редких случаях бурение может проводиться под заданным углом.

2 Устройство нефтяной скважины

Для каждой сооружаемой скважины составляют индивидуальный проект. Стержнем проекта скважины является конструкция скважины.

*Конструкция нефтяной скважины* — характеристика скважины, определяющая изменение её диаметра с изменением глубины, а также диаметры и интервалы крепления скважины обсадными трубами и интервалы её тампонирования (цементирования).

**Конструкция нефтяной скважины** имеет три части:

– верхнюю – ***устье*** – начало скважины, место пересечения с земной поверхностью, дном водной акватории или элементами горной выработки;

– среднюю – ***ствол*** – пространство, ограниченное стенками и забоем. В неустойчивых породах стенки закрепляются обсадными колоннами, при этом ствол сужается стенками;

– нижнюю – ***забой*** – дно скважины, перемещающееся в процессе углубления.

Конструкция скважины зависит от целей, геологических условий, способа бурения, глубины, дебита и динамического уровня, а также от обеспечения зоны санитарной охраны.

Для пород, легко поддающихся разрушению водой, где чаще всего и залегает [нефть](https://xn----7sbaahnwfbbc6awl4aeiimht8a5b8opa.turbopages.org/xn--80aaafltebbc3auk2aepkhr3ewjpa.xn--p1ai/s/neft-proishozhdenie-svoystva-i-sostav/?parent-reqid=1649169481904158-130337865618249687700176-production-app-host-vla-web-yp-408), требуется дополнительное укрепление стволов. В этом случае схема будущей нефтяной скважины слегка меняется: рядом со стволом добавляются колонны обсадных труб, расположенных концентрически, т.е. их размеры могут быть разными, но с единым центром.

Колонны обсадных труб:

*Направление*— это первая труба или колонна труб, служащая для предотвращения размыва пород, залегающих близ дневной поверхности, разобщения ствола скважины, сооружаемой в акватории водного бассейна, от окружающих вод и для соединения устья с очистной системой буровой установки. Самая большая колонна.

*Кондуктор*— это колонна труб, спускаемая в скважину после направления и служащая для укрепления стенок последней в неустойчивых породах. Изолирует водоносные пласты, обеспечивает возможность установки противовыбросового оборудования.

*Техническая (промежуточная) колонна* – служит для перекрытия пластов в трудных геологических условиях (несовместимые по пластовым давлениям пласты).

*Эксплуатационная колонна*— это самая внутренняя колонна. Она служит не только для укрепления стенок скважины и изоляции соответствующих горизонтов, насыщенных нефтью, газом или водой, но также каналом для транспортировки, добываемой из продуктивной толщи нефти или газа, или закачиваемой в последнюю жидкости (газа). Опускается до глубины залегания продуктивного горизонта.

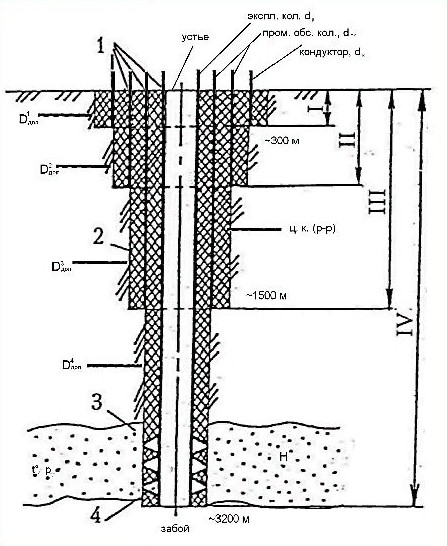


Рисунок 2.1 – Конструкция скважины. Типовая конструкция скважины: 1 – обсадные колонны; 2 – цементный камень; 3 – пласт; 4 – перфорация в обсадной трубе и цементном камне. Колонны обсадных труб: I – направление; II – кондуктор; III – промежуточная колонна; IV – эксплуатационная колонна.

3 Параметры нефтяной скважины

Отличительной особенностью нефтяной скважины считается соотношение ее длины и диаметра – первый параметр всегда в несколько раз больше.

Так *длина* – это расстояние от расположенного на земле устья до забоя (нижней части), измеряемая по оси ствола.

*Глубина* — расстояние от устья до забоя, измеренное по вертикали. Иногда отсчет глубины ведут от принятой нулевой отметки на поверхности над устьем.Если разработка проводится вертикально, эти показатели идентичны, в остальных случаях (наклонные, искривленные скважины) они отличаются друг от друга.

*Диаметр* — условный диаметр, равный номинальному диаметру породоразрушающего инструмента. Фактический диаметр скважины, как правило, больше номинального за счёт разработки стенок.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.

ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛОНН ОБСАДНЫХ ТРУБ СКВАЖИНЫ

**Цель.** Изучить конструкцию скважины, научиться рассчитывать колонны обсадных труб по диаметру, работать с таблицами ГОСТ.

**Порядок работы:**

1. Рассчитать диаметр колонн обсадных труб скважины по заданным параметрам.

**Задание.** Найти диаметр колонн обсадных труб по заданным параметрам.

Таблица 1.1 - Исходные данные для расчета

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Диаметр эксплуатационной колонны ***Dэкс.к*.**, мм | Толщина стенки ***σ*** для 3 и 5 действия, мм |
| 1, 7, 13, 19, 25 | 114,3 | 7 |
| 2, 8, 14, 20, 26 | 127,0 |
| 3, 9, 15, 21, 27 | 139,7 |
| 4, 10, 16, 22, 28 | 177,8 |
| 5, 11, 17, 23, 29 | 244,5 |
| 6, 12, 18, 24, 30 | 273,1 |

**Методические указания с примером решения:**

Расчет колонн обсадных труб начинают снизу вверх, т.е. начинают с эксплуатационной колонны. По проекту диаметр эксплуатационной колонны Dэкс.к. задается заказчиком. Здесь Dэкс.к. = 146,1 мм.

1. Рассчитать диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dд = Dм.экс. + 2 · σ, | | | | мм | (1.1) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **Dм.экс.** | **–** | **диаметр муфты эксплуатационной колонны, мм;** | | |
|  | **σ** | **–** | **толщина стенки эксплуатационной колонны, мм.** | | |
|  | | | |  |  |
| Dд = 166 + 2 · 10,7 = 187,4 | | | | мм |  |

Значения определяются по таблице 1.3. По таблице 1.2 классификации долот выбираем долото соответствующего диаметра.

Выбираем долото диаметром 190,5 мм.

1. Рассчитать внутренний диаметр кондуктора:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| dвн.к. = Dд + 2 · k, | | | | мм | (1.2) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **k = 5** | **–** | **зазор между долотом и внутренней поверхностью обсадной колонны, мм.** | | |
|  | | | |  |  |
| dвн.к. = 190,5 + 2 · 5 = 190,5 + 10 = 200,5 | | | | мм |  |

По таблице 1.3 находим колонну обсадной трубы с необходимым наружным диаметром, соответствующую внутреннему диаметру кондуктора.

Такому внутреннему диаметру соответствует колонна обсадной трубы с наружным диаметром равным 219,1 мм.

1. Рассчитать диаметр долота для бурения под кондуктор:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dд.к. = Dм.к. + 2 · σ, | | | | мм | (1.3) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **Dм.к.** | **–** | **диаметр муфты кондуктора, мм;** | | |
|  | **σ** | **–** | **толщина стенки кондуктора, мм.** | | |
|  | | | |  |  |
| Dд.к. = 244,5 + 2 · 15,9 = 244,5 + 31,8 = 276,3 | | | | мм |  |

Определяем по таблице 1.2 диаметр муфты кондуктора *Dм.к.*, толщину стенки кондуктора *σ*по таблице 1.3.

Согласно классификации долот (табл. 1.2), выбираем долото соответствующего диаметра = 295,3 мм.

1. Рассчитать внутренний диаметр направления:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| dвн.н. = Dд.к. + 2 · k | | | | мм | (1.4) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **k = 5** | **–** | **зазор между долотом и внутренней поверхностью обсадной колонны, мм.** | | |
|  | | | |  |  |
| dвн.н. = 295,3 + 2 · 5 = 295,3 + 10 = 305,3 | | | | мм |  |

По таблице 1.3 находим колонну обсадной трубы с необходимым наружным диаметром, соответствующую внутреннему диаметру направления.

Такому внутреннему диаметру соответствует колонна обсадной трубы с наружным диаметром 323,9 мм.

1. Рассчитать диаметр долота для бурения под направление:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dд.н.= Dм.н. + 2 · σ, | | | | | мм |  | (1.5) |
|  | | | | |  |  |  |
| **где** | **Dм.н.** | **–** |  | **диаметр муфты направления, мм;** | | | |
|  | **σ** | **–** |  | **толщина стенки направления, мм.** | | | |
|  | | | | |  |  |  |
| Dд.н.= 351 + 2 · 14 = 379 | | | | | мм |  |  |

По таблице 1.2 определяем диаметр муфты направления *Dм.н.*, толщину стенки кондуктора *σ* по таблице 1.3.

Согласно классификации долот табл. 1.2 выбираем долото соответствующего диаметра 393,7 мм.

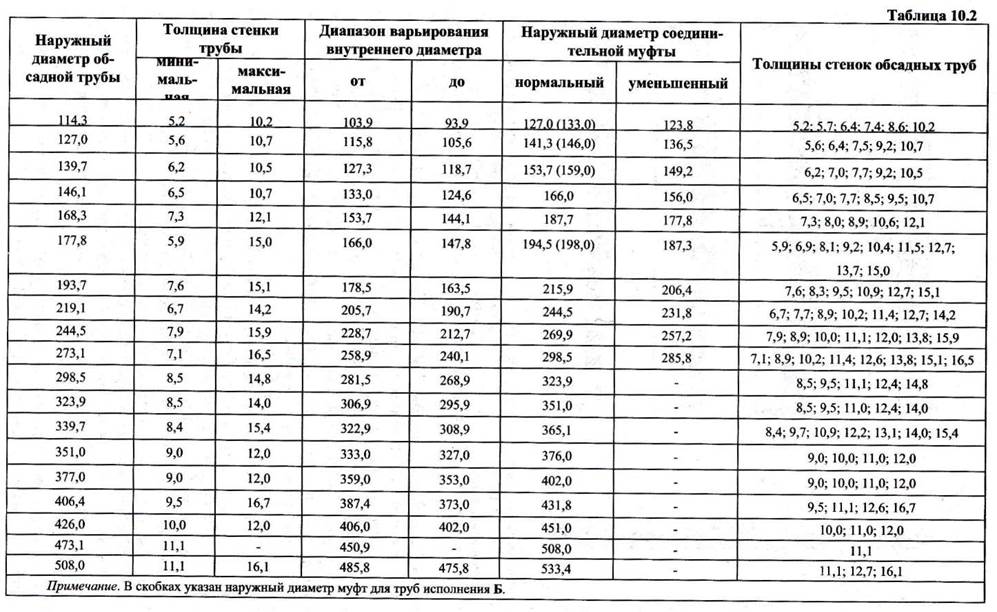
1. Данные сводим в таблицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название колонны | Диаметр, мм | | Интервал спуска колонны, м |
| колонны | долота | по геологии |
| 1 | Направление | 323,9 | 393,7 | 0-40 |
| 2 | Кондуктор | 219,1 | 295,3 | 0-280 |
| 3 | Эксплуатационная колонна | 146,1 | 190,5 | 0-1789 |

Таблица 1.2 - Основные сочетания типоразмеров колонн обсадных труб и долот



Таблица 1.3 - Трубы обсадных колонн и муфты к ним



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2.

РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ СПУСКА КОНДУКТОРА

**Цель.** Приобрести практические навыки расчета минимальной глубины спуска кондуктора.

**Порядок работы:**

1.Решить задачу расчета минимальной глубины спуска кондуктора по данным таблицы 2.1.

**Задание.** Найти минимальную глубину спуска кондуктора по исходным данным таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Исходные данные для расчета

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Глубина скважины *L*, м | Давления, МПа | | Плотность пластового флюида *ρф*, кг/м3 | Градиент давления ГРП *ΔРгр*,  МПа·м |
| *Рпл* | *Ру* |
| 1, 11, 21 | 2450 | 283 | 79 | 0,818 | 0,18 |
| 2, 12, 22 | 2500 | 235 | 58 | 0,707 | 0,20 |
| 3, 13, 23 | 2550 | 253 | 82 | 0,818 | 0,25 |
| 4, 14, 24 | 2600 | 217 | 50 | 0,707 | 0,18 |
| 5, 15, 25 | 2650 | 280 | 90 | 0,818 | 0,20 |
| 6, 16, 26 | 2700 | 276 | 73 | 0,707 | 0,25 |
| 7, 17, 27 | 2750 | 283 | 79 | 0,818 | 0,18 |
| 8, 18, 28 | 2800 | 235 | 58 | 0,707 | 0,20 |
| 9, 19, 29 | 2850 | 253 | 61 | 0,818 | 0,25 |
| 10, 20, 30 | 2900 | 217 | 50 | 0,707 | 0,18 |

**Методические указания с примером решения:**

Глубина спуска кондуктора определяется требованием крепления верхних неустойчивых отложений и изоляции верхних водоносных и поглощающих горизонтов.

*Градиент давления гидроразрыва* – это давление относительной устойчивости пород, то есть минимальное давление на участок ствола скважины, сложенный потенциально неустойчивой породой, при котором в течение продолжительного времени при данном составе бурового раствора не возникают серьезные проявления неустойчивости ствола скважины (прихваты, сужения, затяжки, посадки колонны).

1. Минимальная глубина спуска кондуктора, исходя из условия предупреждения гидроразрыва пород, в случае неуправляемого фонтанирования, определяется по формуле:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Н ≥ | | | | м | (2.1) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **Рпл** | **–** | **пластовое давление, МПа;** | | |
|  | **L** | **–** | **проектная глубина скважины, м;** | | |
|  | **∆Ргр** | **–** | **градиент давления гидроразрыва пород, МПа·м;** | | |
|  | **ρф** | **–** | **плотность пластового флюида, кг/м3.** | | |
|  | | | |  |  |
| *Н ≥* = 1574 | | | | | мм |

1. Расчет минимальной глубины спуска кондуктора из условий предотвращения ГРП при закрытии устья. В случае возможного открытого фонтанирования при полном замещении скважинной жидкости флюидом рассчитывается по формуле:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нк = , | | | | м | (2.2) |
|  | | | |  |  |
| **где** | **Ру** | **–** | **устьевое давление при закрытом ПВО, Мпа.** | | |
|  | | | |  |  |
| Нк = = = =  = = 826,3 | | | | | мм |

По правилам башмак кондуктора должен быть установлен в плотные непроницаемые породы. Смотрим литолого–стратиграфическую характеристику скважины. В интервале находим песчаники и определяем глубину спуска кондуктора в глины.

В интервале 828 м находятся песчаники, поэтому определяем глубину спуска кондуктора в глины Покурской свиты на глубину 875 м.

Глубина спуска кондуктора как правило 300 – 800 м, при [бурении скважин](https://pandia.ru/text/category/burenie_skvazhin/) с горизонтальным вхождением в пласт применяют удлиненный кондуктор до глубины примерно 1000 – 1100 м. Согласно нашим данным на бурение скважины, несовместимых условий бурения нет, поэтому глубина кондуктора по данной формуле, велика, возможно при несовместимых условиях на такую глубину спустим промежуточную колонну.

****

Рисунок 2.1 - Сводный литолого-стратиграфический разрез продуктивных отложений Нижневартовского свода

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое скважина? Расскажите о ее назначении и основных конструкциях.
2. Что такое колонны обсадных труб? Расскажите для чего их используют.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГОСТ | - | Государственный стандарт |
| ГРП | - | Гидроразрыв пласта |
| ГТН | - | Геолого-технический наряд |
| ПВО | - | Противовыбросовое оборудование |

Перечень рекомендуемой литературы И ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ

1. Кудинов В. И. Основы нефтегазопромыслового дела. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований; Удмуртский госуниверситет. 2021, 720 с.
2. Покрепин Б.В. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: Учебно-методический кабинет по горному, нефтяному и энергетическому образованию, 2022. – 232 с.
3. Габдуллин Т.Г., Хисамов Р.С., Бадикова Л.Г., Тугашова Л.Г. Основы контроля за разработкой нефтяных месторождений: учебное пособие. – Альметьевск, тип. АлНИ, 2022 г. 156 с.
4. [elib.gsu.by](https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/4699/1/%D0%9C%D0%91%D0%A0%20%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%202.%20%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%8B%20%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD.pdf)
5. [elib.gsu.by](https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/4699/1/%D0%9C%D0%91%D0%A0%20%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%202.%20%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%8B%20%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD.pdf)[lib.sgrk.kz](https://lib.sgrk.kz/wp-content/uploads/2020/02/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD.pdf)
6. [spmi.ru](https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/univer/svedenia_jb_organizacii/SR2021/mu-dlya-sr-tekhnologiya-i-tekhnika-bureniya-skvazhin.pdf)
7. [Zivv.ru](https://zivv.ru/poleznaya-informaciya/articles/naznachenie-i-elementy-burovyx-skvazhin)[lib.sgrk.kz](https://lib.sgrk.kz/wp-content/uploads/2020/02/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD.pdf)
8. [znanierussia.ru](https://znanierussia.ru/articles/%D0%A1%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0)[lib.sgrk.kz](https://lib.sgrk.kz/wp-content/uploads/2020/02/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD.pdf)
9. <https://docs.cntd.ru/document/1200006514?section=text>
10. <https://studfile.net/preview/10964766/>