

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы»
для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин»

Ставрополь 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1.	
Определение плотности промывочной жидкости.....	4
Лабораторная работа 2.	
Определение содержания газа и истинной плотности промывочной жидкости.....	7
Лабораторная работа 3.	
Определение условной вязкости промывочной жидкости.....	8
Лабораторная работа 4.	
Определение структурной вязкости, динамического и статического напряжения сдвига промывочной жидкости.....	10
Лабораторная работа 5.	
Определение показателей стабильности и седиментации промывочной жидкости.....	13
Лабораторная работа 6.	
Определение содержания песка в промывочной жидкости.....	15
Лабораторная работа 7.	
Определение фильтрационных свойств промывочной жидкости.....	16
Лабораторная работа 8.	
Определение электростабильности промывочной жидкости на основе обратной эмульсии.....	19
Лабораторная работа 9.	
Определение водородного показателя промывочной жидкости.....	21
Литература.....	23

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Определение плотности промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение методов определения плотности бурового раствора, приобретение практических навыков расчета плотности бурового раствора.

Теоретическое обоснование

Плотностью промывочной жидкости называется масса единицы объема. Плотность зависит от вещественного состава промывочной жидкости и плотности ее составляющих компонентов.

В зависимости от характера проводимых при бурении операций требования к плотности бурового раствора могут быть разными. Для обеспечения оптимальной работы долота плотность бурового раствора должна быть минимальной. Однако современная технология проходки скважин такова, что плотность бурового раствора выбирают из условия недопущения нефтегазопроявлений, осыпей и обвалов проходимых горных пород. Для выбора величины плотности определяющим является пластовое давление флюида; давление со стороны скважины должно быть достаточным, чтобы не допустить неуправляемого притока в нее пластового флюида.

Гидростатического давления столба бурового раствора в скважине – единственный фактор, благодаря которому пластовой флюид не прорывается на поверхность во время наращивания бурильной колонны, спускоподъемных операций, в период отсутствия циркуляции при открытом превенторе и т.д. Соотношение между гидростатическим давлением бурового раствора и пластовым давлением называют показателем безопасности: чем выше показатель, тем больше гарантия предотвращения выброса. С увеличением плотности бурового раствора, как правило, повышается также устойчивость ствола.

Согласно правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности плотность бурового раствора в интервалах бурения определяется из расчета создания столбом бурового раствора гидростатического давления в скважине, превышающего пластовое (поровое) давление на величину:

– 10% для скважин глубиной до 1200 м (интервалов от 0 до 1200 м), но не более 15 кгс/см² (1,5 МПа);

– 5% для скважин глубиной от 1200 м до проектной глубины, но не более 25 – 30 кгс/см² (2,5 – 3,0 МПа).

С учетом данных ограничений потребная плотность раствора определяется из неравенства:

$$\frac{1000 \cdot K_p \cdot P_{пл}}{g L_k} \geq \frac{1000 \cdot (P_{пл} + \Delta P)}{g L_k},$$

где ρ – плотность бурового раствора, г/см³;

$P_{пл}$ – пластовое (поровое) давление, МПа;

L_k – глубина залегания кровли пласта с максимальным градиентом пластового давления от устья скважины, м;

K_p – коэффициент репрессии для указанных выше глубин, он равен соответственно: $K_p = 1,1$ и $K_p = 1,05$.

ΔP – превышение забойного давления над пластовым, для тех же глубин соответственно равно 1,5 и 2,5 – 3,0 МПа.

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

Для определения плотности буровых промывочных жидкостей используют

ареометры (ареометрический метод), пикнометры и рычажные весы различной конструкции (весовой метод).

Ареометр АГ-ЗПП

Ареометр АГ-ЗПП (рисунок 1) состоит из мерного стакана 2 со съемным грузом 1, который крепится к поплавку 3 при помощи штифтов. На стержне 4 имеется две шкалы: основная 6, по которой измеряют плотность раствора, и поправочная, по которой определяют поправку по воде. Основная шкала делится на две части: левая служит для измерения плотности от 0,8 до 1,7 г/см³, при этом на мерный стакан навинчивается съемный груз 1; правая служит для измерения плотности от 1,7 до 2,6 г/см³ при снятом грузике. Прибор включает в себя ведро для воды 5 и крышку ведерка 7, которая служит пробоотборником для раствора.

При измерении плотности бурового раствора может использоваться как пресная, так и минерализованная вода. Предел допускаемой дополнительной погрешности при изменении температуры испытуемого раствора на каждые 10 °С, начиная с 20±2 °С, - не более 0,002 г/см³, при влиянии климатических факторов внешней среды на изменение температуры испытуемого раствора на каждые 10 °С, начиная с 20±2 °С, - не более 0,01 г/см³.

Рычажные весы.

Рычажные весы (рисунок 2) состоят из основания и градуированного рычага с чашкой, крышки, опорной призмы, рейтера, встроенного спиртового уровня и противовеса. Чашка постоянного объема закреплена на одном конце градуированного рычага, а противовес на противоположном конце. Для измерения плотности бурового раствора чашку доверху заполняют испытываемой пробой (для удаления пузырьков воздуха постукивают пальцем по чашке), устанавливают крышку (излишек раствора должен выйти наружу через отверстие), устанавливают весы на основание и перемещают рейтер до равновесного состояния, которое определяют по уровню. Считывают показания величины плотности раствора со шкалы по краю рейтера. После каждого использования прибор моют и сушат.

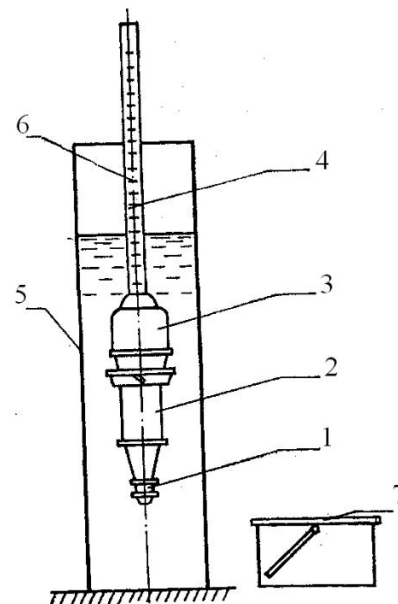
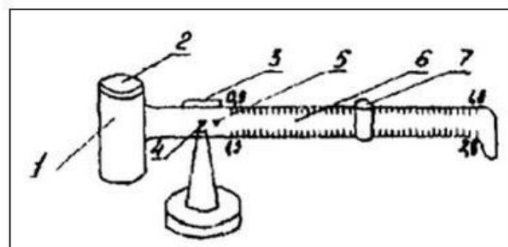


Рисунок 1



1 - мерный стакан; 2 - крышка; 3 - подушка; 4, 5 - призмы; 6 - рычаг; 7 - подающий груз

Рисунок 2 - Рычажные весы

Определение плотности бурового раствора пикнометром

Пикнометр представляет собой металлический сосуд известного объема. Метод основан на определении разности масс пустого пикнометра и пикнометра заполненного исследуемым буровым раствором. Расчет плотности бурового раствора производят по следующей формуле:

$$\frac{m - m_0}{V_{\text{пик}}}$$

где m – масса пикнометра с буровым раствором, г;
 m_0 – масса пустого пикнометра, г;
 $V_{\text{пик}}$ – вместимость пикнометра, см³

Аппаратура и материалы

1. Ареометр АГ–3ПП с ведерком.
2. Технические весы.
3. Лабораторная мешалка.
4. Рычажные весы – плотномер.
5. Глинистый буровой раствор.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

Ареометр АГ–3ПП

1) В ведро ареометра 5 наливают воду так, чтобы при погружении поплавка не происходило переливание воды из ведра.

2) Определение поправки на плотность воды в ведре. В емкость ареометра 2 заливают воду и накручивают поплавок 3, таким образом, чтобы при скручивании ареометра происходил перелив воды из емкости. Далее скрученный ареометр погружают в ведро с водой и определяют показания вспомогательной шкалы (на обороте основной шкалы ареометра) уровнем воды в ведре. В таблицу 1 записывают определенную величину.

3) Раскручивают ареометр. Из емкости 2 выливают воду и наполняют ее испытуемым буровым раствором. При скручивании поплавок и емкости ареометра должен выливаться излишний буровой раствор. Далее ареометр ополаскивают водой и погружают в ведро с водой. По основной шкале ареометра от 0,8 до 1,7 г/см³ определяют плотность испытуемого раствора. Если ареометр полностью погружается в ведро, то снимают груз с емкости ареометра и повторяют измерение, но отсчет плотности ведут по шкале от 1,7 до 2,6 г/см³. После замера снимают крышку, выливают раствор из стакана и промывают стакан и крышку водой. Записывают показания основной шкалы в таблицу 1.

4) Рассчитывают плотность бурового раствора по формуле:

$$\rho = \rho_{\text{осн}} + \Delta\rho,$$

где: ρ – плотность бурового раствора, г/см³;
 $\rho_{\text{осн}}$ – отсчет плотности по основной шкале, г/см³;
 $\Delta\rho$ – поправка (отсчет плотности по поправочной шкале), г/см³.

Полученные результаты заносят в таблицу 1.

Рычажные весы.

1) Испытуемый буровой раствор заливают в мерный стакан рычажных весов. Уровень бурового раствора должен быть таков, чтобы при закрывании мерного стакана крышкой происходило вытеснение избытка раствора через отверстие в крышке. После закрытия крышки мерный стакан и крышку обтирают мокрой тканью для удаления капель бурового раствора с их поверхности.

2) Устанавливают рычажные весы на призму 4 и перемещая груз по рычагу 6 достигают равновесия. Записывают показания шкалы плотности отмеряемое грузом. Если рычаг установлен на призму ближнюю к мерному стакану, то отсчет ведут по верхней шкале, если на дальнюю – то по нижней шкале.

3) Показания записывают в таблицу 1.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в таблицу 1.
- делается вывод о соответствии плотностей жидкости измеренных различными

методами.

Таблица 1 – Результаты определения плотности

Состав промывочной жидкости	Показания поправочной шкалы	Показания основной шкалы	Плотность раствора, кг/м ³
Ареометрический метод			
Весовой метод			

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что такое плотность промывочной жидкости?
2. Какими приборами определяют плотность раствора?
3. Как выполняется работа по определению плотности ареометром и рычажными весами?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Определение истинной плотности промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения истинной плотности промывочной жидкости.

Теоретическое обоснование

При прохождении промывочной жидкости через газоносный пласт она может насыщаться газом. Воздухововлечение может возникать в процессе приготовления промывочной жидкости при использовании поверхностно-активных добавок. Поэтому измеренная полевым ареометром плотность такой жидкости будет заниженной. Для получения истинной плотности необходимо вносить поправки на содержание газа.

Аппаратура и материалы

1. Полевой ареометр АГ–ЗПП с ведерком.
2. Лабораторная мешалка.
3. Технические лабораторные весы.
4. Глинистый буровой раствор.
5. Мерный цилиндр вместимостью 50, 200 и 250 см³.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике

безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.

2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

1) Пробу промывочной жидкости заливают одновременно в стакан ареометра и 50 см³ в мерный цилиндр вместимостью 250 см³.

2) Ареометром определяют кажущуюся плотность ρ_0 по методике, описанной в лабораторной работе 1. Занести полученные данные в таблицу 2.

3) В мерный цилиндр с буровым раствором вливают 200 см³ воды, предварительно обмыв этой водой мерный цилиндр, в котором отмерялась промывочная жидкость. Далее закрыв цилиндр с разбавленным буровым раствором пробкой, энергично взболтать его в течение 1 мин и оставить в покое на некоторое время. После опадения пены отметить объем жидкости в цилиндре. Занести полученные данные в таблицу 2.

4) Рассчитать концентрацию газа, содержащегося в буровом растворе, по формуле:

$$C_0 = (250 - V_{\text{ж}}) \rho_0,$$

где C_0 – концентрация газа, %;

250 – суммарный объем промывочной жидкости с газом и водой, см³;

$V_{\text{ж}}$ – объем промывочной жидкости и воды после удаления газа, см³;

2 – множитель для получения газа в процентах.

5) Вычислить истинную плотность бурового раствора по формуле:

$$\rho = \rho_0 / (1 - C_0 / 100)$$

Результаты произведенных вычислений занести в таблицу 2.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Состав промывочной жидкости	ρ_0 , г/см ³	$V_{\text{ж}}$, см ³	C_0 , %	ρ , кг/м ³

Контрольные вопросы и защита работы

1. Как влияет воздухововлечение на плотность промывочной жидкости?
2. Как выполняется работа по определению воздухововлечения промывочной жидкости?
3. Чему равна истинная плотность раствора?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Определение условной вязкости промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения условной вязкости промывочной жидкости с помощью вискозиметра СПВ–5.

Теоретическое обоснование

Условная вязкость косвенно характеризует гидравлическое сопротивление течению, то есть подвижность промывочной жидкости.

Метод определения условной вязкости основан на измерении времени вытекания определенного объема промывочной жидкости через трубку определенного диаметра и длины.

Вискозиметр СПВ–5 (рисунок 3) состоит из воронки 1, оканчивающейся трубкой 4. В комплект вискозиметра входят мерная кружка 2 и сетка 3. Кружка разделена внутренней перегородкой на два отделения объемом 200 и 500 см³.

Аппаратура и материалы

1. Воронка СПВ–5 с сеткой.
2. Кружка объемом 200 и 500 см³.
3. Секундомер.
4. Лабораторная мешалка.
5. Глинистый буровой раствор.

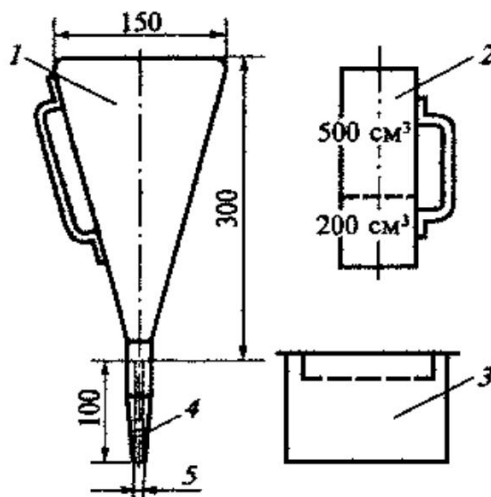


Рисунок 3 – Вискозиметр СПВ–5

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

1. Приготовленную промывочную жидкость наливают в воронку доверху, закрыв пальцем отверстие трубки (примерно 700 см³).
2. Кружку объемом 500 см³ ставят под воронкой. Одновременно включают секундомер и открывают отверстие воронки. После истечения 500 см³ жидкости (присходит полное заполнение кружки), секундомер останавливают и закрывают отверстие.
3. Время истечения 500 см³ промывочной жидкости и будет определять её условную вязкость. Полученное значение заносят в таблицу 3.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;

– результаты работы должны быть занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты определения условной вязкости

Состав бурового раствора	Время истечения 500 см ³ жидкости, с	Условная вязкость, с
	1.	
	2.	
	3.	

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что называется условной вязкостью промывочной жидкости?
2. Как выполняется работа по определению условной вязкости промывочной жидкости с помощью вискозиметра СПВ–5?
3. Что называется водным числом вискозиметра?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Определение реологических характеристик промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения реологических свойств буровых растворов с помощью ротационных вискозиметров.

Теоретическое обоснование

Промывочные жидкости характеризуются такими структурно-механическими характеристиками как пластическая вязкость (τ_0), динамическое предельное напряжение сдвига (τ_{∞}) и статическое напряжение сдвига (СНС).

Статическое напряжение сдвига - это величина того касательного напряжения, при котором исследуемая жидкость будет выведена из состояния равновесия и начнёт двигаться.

Пластическая вязкость - это вязкость полностью разрушенной структуры и представляет собой силу трения, приходящуюся на квадратную единицу поверхности при градиенте скорости, равном единице.

Динамическое предельное напряжение сдвига - это минимальное напряжение, которое надо приложить к раствору, чтобы вывести его из состояния равновесия (считая раствор идеально пластическим телом).

Промывочные жидкости и тампонажные растворы являются структурирующимися. Их реологическая кривая приведена на рисунке 4. Прямолинейный участок этого графика с достаточной степенью достоверности описывается вязкопластической моделью Шведова-Бингама:

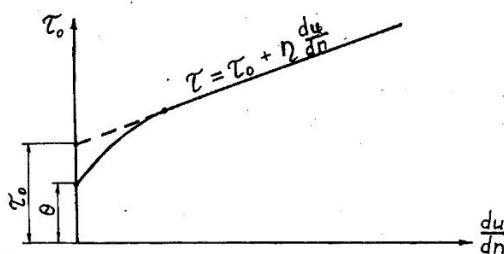
$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dn},$$

где: τ - напряжение сдвига [Па];

τ_0 - предельное динамическое напряжение сдвига, Па;

η - пластическая вязкость, Па;

du/dn - градиент изменения скорости деформации du на участке dn .



τ_0 – предельное динамическое напряжение сдвига; τ – статическое напряжение сдвига;
 η – пластическая вязкость; du/dn – градиент изменения скорости деформации du на участке dn .

Рисунок 4 – Кривая зависимость напряжения сдвига от градиента изменения скорости сдвига

Отсюда:

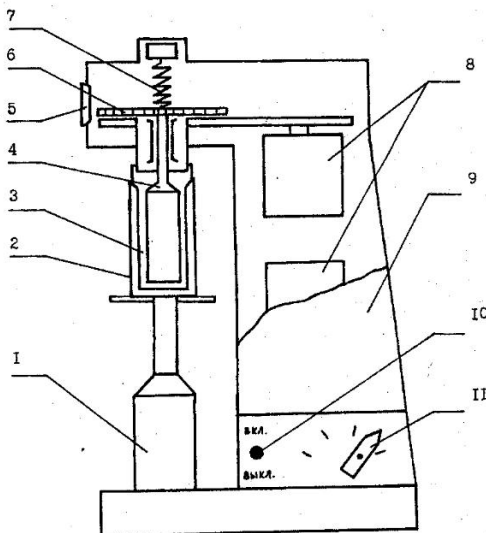
$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dn}.$$

Аппаратура.

1. Ротационные вискозиметры ВСН-3 и Fann 35SA.
3. Лабораторная мешалка.
3. Термостат.
4. Глинистый буровой раствор.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.



- 1 – телескопический столик; 2 – стакан; 3 – наружный цилиндр (ротатор);
 4 – внутренний цилиндр (боб); 5 – смотровое стекло; 6 – шкала; 7 – пружина;
 8 – двигатели (ДСД-2, ДСГ-1); 9 – корпус; 10 – выключатель; 11 – переключатель скоростей.

Рисунок 5 – Ротационный вискозиметр

Проведение испытаний

Приготавливают промывочную жидкость интенсивно перемешивают и термостатируют при заданной температуре. Разогревают термостат ротационного вискозиметра до заданной температуры, загружают в стакан раствор и устанавливают его в прибор. Снимают характеристику промывочной жидкости (τ) на всех скоростях оборота ротора. Результаты испытаний заносят в таблицу 4.

Обработка результатов при проведении исследований на ВСН-3

Расчет параметров промывочной жидкости проводят по следующим формулам:

Пластическая вязкость

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{n_2 - n_1} A,$$

Предельное динамическое напряжение сдвига:

$$\frac{0,1 A}{B} \frac{n_2}{n_2 - n_1} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1}, [\text{Па}],$$

где: А и В - константы прибора, приводятся в паспорте ротационного вискозиметра, для пружины №2 А = 303 МПа*с*(об/мин)/град, В = 100,69 МПа*с*(об/мин)/град;

α_2 - угол поворота шкалы, измеренный при высокой скорости вращения ротора;

α_1 - угол поворота шкалы, измеренный при меньшей скорости ротора.

Статическое напряжение сдвига:

$$\text{CHC} = A \alpha_1$$

где α_1 - угол поворота шкалы при скорости ротора 0,2 с⁻¹.

Результаты испытаний заносят в таблицу 5.

Обработка результатов при проведении исследований на Fann 35SA

Расчет параметров промывочной жидкости проводят по следующим формулам:

Пластическая вязкость

$$\eta = A^{600} - A^{300}, [\text{мПа} \cdot \text{с}]$$

Эффективная вязкость

$$\eta = A^{600} / 2, [\text{мПа} \cdot \text{с}]$$

Предельное динамическое напряжение сдвига:

$$\tau_0 = (A^{300} - \eta) * 4,788, [\text{дПа}],$$

где: А измеряемое значение при 300 или 600 об/мин.

Статическое напряжение сдвига:

$$\text{CHC}_{1/10} = A^{300} * 4,788, [\text{дПа}],$$

Результаты испытаний заносят в таблицу 5.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в таблицы 4 и 5.

Таблица 4 – Показания приборов

Ротационный вискозиметр ВСН-3					
Число оборотов, с ⁻¹	600	400	300	200	0,2
Показания прибора, α					
Ротационный вискозиметр Fann 35SA					
Число оборотов, с ⁻¹	600	300	200	100	0,3
Показания прибора, α					

Таблица 5 – Реологические параметры промывочной жидкости

Оборудование	$\square$ мПа $\square$	$\square$ дПа	СНС ₁ за 1 мин., дПа	СНС ₁₀ за 10 мин., дПа
ВСН-3				
Fann 35SA				

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что такое реологические свойства раствора?
2. Что такое пластическая вязкость, динамическое и статическое напряжение сдвига?
3. Как определяю реологические свойства растворов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Определение показателей стабильности и седиментации промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения стабильности и седиментации промывочной жидкости.

Теоретическое обоснование

Показатель стабильности S_o , г/см³ – величина, определяемая разностью плотностей нижней и верхней частей отстоявшейся в течение определенного времени промывочной жидкости. Этот показатель косвенно характеризует способность промывочной жидкости сохранять свою плотность во времени.

Показатель седиментации S , % – величина, определяемая количеством дисперсной фазы, отделившейся от определенного объема промывочной жидкости в результате гравитационного разделения его компонентов за определенное время. Показатель седиментации косвенно характеризует стабильность промывочной жидкости.

Стабильность определяется по разности плотностей глинистого раствора, залитого в верхнюю и нижнюю половины специального цилиндра емкостью 500 см³ (рисунок 6). Он состоит из цилиндра 1, ручки 2 и резиновой пробки 3.

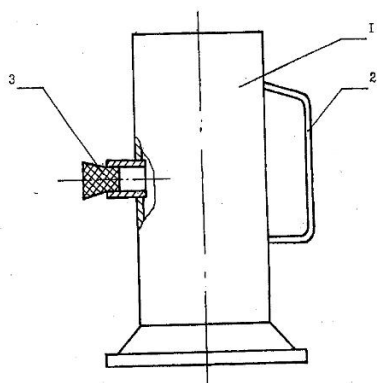


Рисунок 6 – Цилиндр стабильности ЦС-2

Седиментацию S определяют количеством отделившейся от глинистого раствора воды в мерном цилиндре емкостью 100 см³ через 24 ч. Этот метод в практике называют *суточным отстоем*.

Аппаратура и материалы

1. Цилиндр стабильности ЦС-2.
2. Лабораторная мешалка.
3. Ареометр.

4. Мерный цилиндр.
5. Весы технические.
6. Стекланный мерный цилиндр объемом 100 см³.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

1) Приготовленную промывочную жидкость влить в цилиндр стабильности ЦС–2 до края (720 см³). Установить заполненный цилиндр в спокойном месте, отмерив по часам время, и оставить его в покое на сутки. Через 24 часа открыть пробку (сбоку), слить верхнюю часть пробы раствора вместе с отстоявшейся водой в кружку.

Тщательно перемешать слитый раствор и определить его плотность. Закрыть отвод пробкой, тщательно перемешать оставшуюся в цилиндре нижнюю половину промывочной жидкости и определив ее плотность. Вымыть цилиндр и вытереть его насухо.

Показатель стабильности определяют по разности плотностей нижней и верхней половины раствора

$$S_0 = \rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}$$

где $\rho_{\text{н}}$ и $\rho_{\text{в}}$ – плотность соответственно нижней и верхней частей раствора, г/см³.

Стабильным считается тот раствор, у которого эта разница не превосходит 0,02 г/см³; для утяжеленных растворов эта разница должна быть не выше 0,06 г/см³.

2) Для определения седиментации приготовленную промывочную жидкость тщательно перемешивают, наливают в цилиндр до 100-го деления по шкале, отмечают время и оставляют в покое на 24 часа.

Через 24 часа по шкале цилиндра снимают отсчет положения уровня раздела жидкости. Цилиндр промывают и сушат. Показатель седиментации промывочной жидкости находят по формуле:

$$S = 100 - V,$$

где S – показатель седиментации, %;

V – положение уровня раздела раствора, см³;

100 – вместимость мерного цилиндра, см³.

3) все полученные результаты заносят в таблицу 6.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в отчет;

Таблица 6 – Показатели стабильности и седиментации промывочных жидкостей

Состав бурового раствора	Стабильность			Седиментация	
	$\rho_{\text{н}}$, г/см ³	$\rho_{\text{в}}$, г/см ³	S_0 , г/см ³	V , см ³	S , %

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что называется стабильностью и седиментацией промывочной жидкости?
2. Как определяется стабильность и седиментация промывочной жидкости?
3. Какой раствор считается стабильным?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Определение содержания песка в промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения содержания песка в промывочной жидкости.

Теоретическое обоснование

Повышение в промывочной жидкости песка отрицательно сказывается на износе бурильного инструмента и бурового оборудования.

Количество осадка определяют в растворе, выходящем из скважины в начале желобной системы и из приемного мерника, т.е. в растворе, поступающем в скважину. Разница процентного содержания песка в этих пробах характеризует эффективность очистной системы.

Поэтому в процессе бурения обязателен контроль за содержанием в растворе песка, и при его повышении необходимо принимать меры для улучшения очистки раствора.

Определение содержания песка и грубодисперсных фракций основано на явлении седиментации их в разбавленном глинистом растворе. Для измерения содержания песка в растворе используют отстойники двух видов: металлический ОМ-2 (рисунок 7) или стеклянный (мензурка Лысенко).

ОМ-2 представляет собой цилиндрический сосуд 3, оканчивающийся внизу трубкой, внутри которой помещена градуированная сменная пробирка 4 объемом 10 мл с ценой деления 0,1 мл. В верхней части отстойника на уровне, соответствующем объему 500 мл, имеется отверстие для слива воды 2. На горловину сосуда надевается крышка 1, которая служит для отмеривания раствора (при заполнении до краев, объем составляет 50 мл).

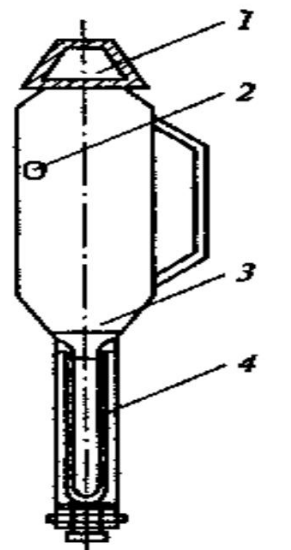


Рисунок 7 – Отстойник металлический ОМ-2

Аппаратура и материалы

1. Отстойник металлический ОМ-2.
2. Градуированная пробирка.
3. Лабораторная мешалка.
4. Секундомер.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

Отстойник заполняется пресной водой примерно на половину, туда же наливается 50 мл бурового раствора, отмеренного крышкой. Остаток раствора смывается с крышки небольшими порциями воды в отстойник, который следует держать в вертикальном

положении. Прибор заполняется водой до тех пор, пока излишек ее начнет вытекать из отверстия. После этого отстойник плотно закрывают крышкой и, провернув в горизонтальное положение, взбалтывают в течение 50 с, при этом отверстие должно быть закрыто. По окончании взбалтывания отстойник быстро ставят в вертикальное положение и оставляют в покое на 1 мин, после чего измеряют объем осадка в пробирке прибора.

Общее содержание песка

$$C_p = 2V_o,$$

где 2 – коэффициент для выражения результата в %;

V_o – объем осадка, мл.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в отчет;
- делается вывод о содержании песка в растворе.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Чем характеризуется эффективность очистной системы?
2. Чем измеряют содержание песка в растворе?
3. Как определяется содержание песка?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Определение фильтрационных свойств промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения фильтрации промывочной жидкости на приборе ВМ–6 и толщины фильтрационной корки.

Теоретическое обоснование

Показатель фильтрации Φ , см³ – величина, определяемая объемом дисперсионной среды, отфильтрованной за определенное время при пропускании промывочной жидкости через бумажный фильтр ограниченной площади. Показатель фильтрации косвенно характеризует способность промывочной жидкости отфильтровываться через стенки ствола скважины.

За показатель фильтрации принимают количество жидкости, отфильтровавшейся из раствора через круглый бумажный фильтр диаметром 7,5 см за 30 минут при перепаде давления 0,1 МПа и комнатной температуре.

Для измерения показателя фильтрации используется прибор ВМ–6 (рисунок 8). Фильтрационный стакан 7 прибора имеет разборное дно, состоящее из металлической решетки 6, клапана 4 с резиновой прокладкой и поддона 5 с винтом 3, прижимающим клапан к решетке. На фильтрационный стакан навинчен цилиндр 9, в который входит плунжер 11 с грузом-шкалой 10, создающей давление 0,1 МПа. Для установки шкалы прибора на нуль и спуска масла из цилиндра после определения показателя фильтрации в нижней части цилиндра имеется отверстие, перекрываемое иглой 8. Фильтрат собирается в чашке 1, установленной в нижней части кронштейна 2.

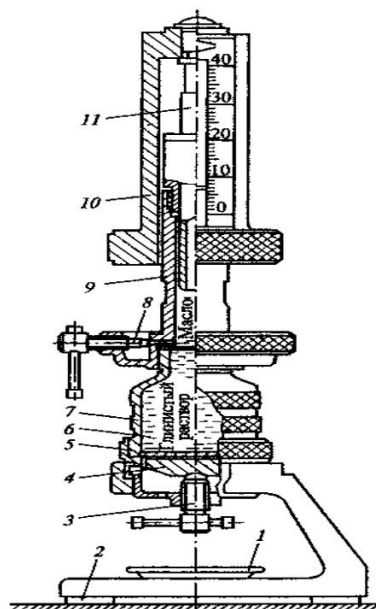


Рисунок 8 – Прибор ВМ–6

Для определения фильтрационных свойств также широко применяется балластный гидравлический пресс-фильтр производства компании OFI Testing Equipment (США).

Агрегат состоит из водного резервуара, потребляющего около 0,473 дм³ пресной воды на каждый тест, поршня и цилиндра, груза, манометра подачи давления, двух обратных клапанов и одного сливного клапана (рисунок 9). Давление в камере фильтр-пресса создается подъемом груза и поршня и всасыванием воды из резервуара через обратный клапан в цилиндр. Когда груз высвобождается, поршень гонит воду через выпускной обратный клапан к датчику давления и в незаполненную часть ячейки фильтр-пресса. Когда система закрыта, груз давит на поршень и создает постоянное давление в 100 фунтов/кв. дюйм (6,9 бар) на воду в поршневой камере и испытываемую технологическую жидкость. Сливной клапан обеспечивает быстрый сброс давления в ячейке по окончании теста. Результатом испытания является объем фильтрата технологических жидкостей, получаемый за 30 минут.



Рисунок 9 – Балластный гидравлический пресс-фильтр

Аппаратура и материалы

1. Прибор ВМ–6.
2. Лабораторная мешалка.
3. Секундомер.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

Фильтр-пресс ВМ-6

Работу с прибором ВМ-6 выполняют в следующем порядке:

1. Вынимают плунжер из цилиндра, свинчивают цилиндр, проверяют закрыта ли игла. Разбирают стакан – вывинчивают из поддона, вынимают решетку, клапан и вытирают насухо. Берут подготовленный фильтр, смачивают его водой, кладут на решетку и удаляют избыток воды сухим фильтром.
2. Решетку с фильтром кладут в выточку стакана, бумагой внутрь его, таким образом, чтобы паз на решетке попал на штифт в выточке стакана.
3. Накладывают на решетку клапан и навинчивают поддон на стакан. Винт должен быть вывинчен.
4. Вставляют собранный стакан в кронштейн и прочно затягивают руками резьбу, после чего винтом закрывают клапан.
5. Пробу раствора тщательно перемешивают и наливают через горлышко в стакан (заполняя на 3 – 4 мм ниже края горлышка), резьбу стакана вытирают, на стакан навинчивают цилиндр. Наливают в цилиндр машинное масло (масло должно быть не очень густым, очень густое масло надо разбавить керосином). Масло следует наливать на внутренний край цилиндра таким образом, чтобы оно стекало по стенкам цилиндра. В противном случае струя может пробить раствор и смешаться с ним: масло не надо доливать до верхнего края втулки на 1 см. Вставляют плунжер в цилиндр.
6. Приоткрывая спускную иглу, подводят нулевое деление на шкале к отсчетной риску. Если при этом нулевое деление опустилось ниже риски, то замечают начало отсчета и вычитают его из конечного показания прибора. Если нулевое деление опускается ниже, чем на 10 делений, то вынимают плунжер, переворачивают его, заливают его полностью маслом, прикрывают отверстие пальцем и вновь вставляют в цилиндр.
7. После этого открывают клапан, вывинтив на 1 – 2 оборота, и одновременно пускают в ход секундомер. Отмечают скачок плунжера в момент открытия клапана по шкале и в дальнейшем вычитают величину его из окончательного результата.
8. Через 30 минут, сделав отсчет по шкале, открывают спускную иглу, выпускают масло из цилиндра и опускают плунжер с грузом. После этого при открытой игле вынимают плунжер из цилиндра, закрывают иглу, отвинчивают цилиндр со стакана и сливают масло из чашки цилиндра в бачок. Затем разбирают стакан, моют и вытирают все детали.

Для определения толщины фильтрационной корки фильтр слегка промывают водой и штангенциркулем измеряют толщину образовавшейся корки.

Балластный гидравлический пресс-фильтр

Работу с балластным гидравлическим фильтр-прессом выполняют в следующем порядке:

1. Перед включением балластного гидравлического пресс-фильтра заполните доверху чистой пресной водой резервуар и цилиндр. Время от времени повторяйте эту

операцию для обеспечения достаточного количества воды для смазки уплотнительного кольца в верхней части цилиндра. Далее откройте сливной клапан, вставьте поршень с прикрепленным грузом в цилиндр и высвободите мертвый груз, давая таким образом возможность поршню перемещаться на всю длину хода. Снова заполните резервуар чистой свежей водой. Закройте сливной кран. Прибор готов к работе.

2. Заполните ячейку пресс-фильтра тестируемым буровым раствором до 1/8. (0,3175 см) от верхнего края. Установите на ячейку верхнюю крышку и закрепите ее на месте Т-образным винтом. Поставьте градуированный цилиндр под трубку для фильтрата.

3. Поднимите мертвый груз примерно на один фут и дайте ему устояться. Через две трети его полного хода датчик давления покажет 100 фунтов/кв.дюйм (6,9 бар).

4. Опять поднимите мертвый груз в верхнее положение его хода. Теперь начинается отсчет времени теста. На один ход поршня допускается максимальная фильтрационная потеря примерно в 30 мл.

5. В конце теста откройте сливной клапан, который сбрасывает давление в ячейке пресс-фильтра.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в отчет.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что называется фильтрацией?
2. Что принимается за показатель фильтрации?
3. Как выполняется работа по определению фильтрации?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Определение электростабильности промывочной жидкости на основе обратной эмульсии

Цель работы: изучение метода определения стабильности эмульсии.

Теоретическое обоснование

Эмульсия (новолат. *emulsio*; от лат. *emulgeo* - дою, выдаиваю) - дисперсная система, состоящая из микроскопических капель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде).

Эмульсии могут быть образованы двумя любыми несмешивающимися жидкостями; в большинстве случаев одной из фаз эмульсий является вода, а другой - вещество, состоящее из слабополярных молекул (например, жидкие углеводороды, жиры). Одна из первых изученных эмульсий - молоко. В нём капли молочного жира распределены в водной среде.

Эмульсии относятся обычно к грубодисперсным системам, поскольку капельки дисперсной фазы имеют размеры от 1 до 50 мкм. Эмульсии низкой концентрации - неструктурированные жидкости. Высококонцентрированные эмульсии - структурированные системы.

Тип эмульсии зависит от состава и соотношения её жидких фаз, от количества и химической природы эмульгатора, от способа эмульгирования и некоторых других

факторов:

- прямые, с каплями неполярной жидкости в полярной среде (типа «масло в воде»). Для эмульсий типа м/в хорошими эмульгаторами могут служить растворимые в воде мыла (натриевые и калиевые соли жирных кислот). Молекулы этих соединений, адсорбируясь на поверхности раздела фаз, не только снижают поверхностное натяжение на ней, но благодаря закономерной ориентации в поверхностном слое создают в нем пленку, обладающую механической прочностью и защищающую эмульсию от разрушения.

- обратные, или инвертные (типа «вода в масле»). Для эмульсии типа в/м хорошими эмульгаторами могут быть нерастворимые в воде мыла (кальциевые, магниевые и алюминиевые соли жирных кислот).

Изменение состава эмульсий или внешнее воздействие могут привести к превращению прямой эмульсии в обратную или наоборот.

Тип эмульсии	Дисперсионная среда	Дисперсная фаза
Прямая	Вода	Масло
Обратная	Масло	Вода

Аппаратура и материалы.

1. Измеритель электрической устойчивости OFITE.
2. Нефтяной буровой раствор.
3. Термометр



Рисунок 10 – Измеритель электрической устойчивости OFITE

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

1. Осмотрите электродный зонд и кабель и убедитесь, что на них нет следов повреждений (зазор между электродами не содержит отложений, соединительный провод прибора чистый и сухой). Проведите тщательную очистку поверхности электрода, обтирая его чистым бумажным полотенцем, и осторожно пропустите его несколько раз через зазор между электродами.

Погрузите электродный зонд в базовое масло, использованное для приготовления бурового раствора, а в случае отсутствия основного масла - другое масло или растворитель типа изопропанола. Не применяйте для очистки электродов раствор детергента или ароматические растворители, такие как ксилол.

2. Залейте пробу нефтяного бурового раствора в стеклянный или пластмассовый контейнер. Впишите значение температуры бурового раствора в форму отчета по буровому раствору.

3. Взболтайте рукой контейнер с образцом (120°F) и электродным зондом в течение примерно 10 секунд для обеспечения гомогенного состава и единой температуры нефтяного бурового раствора. Установите электродный зонд так, чтобы он не касался дна или стенок контейнера, и удостоверьтесь, что поверхности электродов полностью покрыты образцом.

4. Нажмите на кнопку для начала линейного изменения напряжения. Не перемещайте электрод во время линейного изменения напряжения.

5. По завершении теста по линейному изменению запишите значение.

6. Выполните еще раз вышеуказанную процедуру с тем же образцом бурового раствора. Два значения не должны отличаться более чем на 5%. Если разница между ними больше 5%, следует проверить измеритель или электрод.

7. Запишите среднее из двух измерений в отчет.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты работы должны быть занесены в отчет.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что называется эмульсиями и какие виды эмульсий вы знаете?
2. Что принимается под электростабильностью эмульсии?
3. В эмульсиях какого вида определяют электростабильность?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

Определение водородного показателя промывочной жидкости

Цель и содержание: изучение метода определения водородного показателя промывочной жидкости.

Теоретическое обоснование

Концентрация водородных ионов является важным показателем, определяющим характер физико-химических процессов в промывочной жидкости и необходимость обработки промывочной жидкости реагентами. Контроль за величиной pH позволяет определить причины изменения свойств промывочной жидкости в процессе бурения и принять меры по восстановлению её качества. Величину pH промывочной жидкости измеряют калометрическим и электрометрическим способами.

В первом способе используют набор индикаторной бумаги и эталонных цветных шкал. Этот способ имеет невысокую точность и чаще применяется в полевых условиях. Второй способ является более точным и применяется в лабораторных условиях.

Аппаратура и материалы

1. Лабораторная мешалка.
2. Технические весы.
3. Мерный цилиндр.
4. Набор индикаторной бумаги.

5. рН-метр, например, иономер ЭВ-74.

Указания по технике безопасности

1. Лабораторная работа выполняется только после инструктажа по технике безопасности с обязательной росписью студентов в журнале по технике безопасности.
2. Допуск к приборам студентов, выполняющих лабораторную работу, осуществляется только в присутствии преподавателя.

Методика и порядок выполнения работы

При калометрическом методе полоску индикаторной бумаги осторожно укладывают на поверхность промывочной жидкости или отпускают её в фильтрат. Когда полоска пропитывается жидкостью и цвет её перестает изменяться, прикладывают её к эталонной шкале и определяют величину рН, соответствующую данной интенсивности окраски.

При электрометрическом способе определения рН используют систему со стеклянным электродом, ЭДС которой зависит от активности ионов водорода в растворе.

Перед испытанием рН-метр тарируют с помощью тарировочных жидкостей, рН которых известен.

Фильтрат промывочной жидкости заливают в стаканчик, устанавливают его на столик так, чтобы электроды погрузились в фильтрат.

Затем включают поочередно кнопки в правом ряду переключателей пока не будет найден тот диапазон значений рН, который соответствует исследуемой жидкости. Считывают по шкале потенциометра искомое значение рН.

После испытаний электроды рН-метра тщательно промывают дистиллированной водой и погружают их в стакан с водой до следующего испытания.

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;
- аппаратура и материалы;
- методика и порядок выполнения работы;
- делается вывод о соответствии значения рН проектным показателям.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Какими способами определяют величину рН промывочной жидкости?
2. Какой способ является наиболее точным? Методика его проведения.
3. Каковы значения рН, характерные для кислой щелочной и нейтральной сред.

Литература

1. Булатов А. И., Макаренко П. П., Проселков Ю. М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1999.
2. Проселков Ю. М., Проселков Е. Б. Лабораторный практикум по буровым промывочным и тампонажным растворам: Учеб. пособие. – Краснодар.: КубГТУ, 1999.
3. Булатов А. И., Пеньков А. И., Проселков Ю. М. Справочник по промывке скважин. – М.: Недра, 1984.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Буровые промывочные и тампонажные растворы»
для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело,
направленность (профиль) Бурение нефтяных и газовых скважин

Методические рекомендации предназначены для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность (профиль) Бурение нефтяных и газовых скважин.

Цель методических рекомендаций:

1. Методическое сопровождение процесса введения и реализации требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО), помощь при разработке рабочих учебных программ дисциплин образовательной программы (далее ОП).

2. Создания в образовательном учреждении учебно-методического обеспечения образовательного процесса.

Методические рекомендации определяют сущность самостоятельной работы студентов в вузе, ее назначение, планирование, формы организации и виды контроля.

Содержание

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО
2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов
3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. Требования к условиям реализации ОП:

- требования к обязательному минимуму содержания образовательной программы подготовки бакалавра, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим ФГОС ВО;

- в программу бакалавриата входит «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к обязательной части программы и дисциплины (модули), относящиеся к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплины (модули), относящиеся к обязательной части программы бакалавриата, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы бакалавриата, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к обязательной части программы бакалавриата, вуз определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. Дисциплины (модули), относящиеся к части, формируемой участниками образовательных отношений определяют направленность (профиль) программы бакалавриата. Набор дисциплин (модулей), относящихся к части, формируемой участниками образовательных отношений, определяет вуз самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) становится обязательным для освоения обучающимся;

- максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем дисциплинам и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в рабочем учебном плане,
- в рабочих программах учебных дисциплин с распределением по разделам или конкретным темам.

2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа проводится с целью:

- ☐ систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- ☐ углубления и расширения теоретических знаний;
- ☐ формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- ☐ развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- ☐ формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- ☐ формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- ☐ развитию исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:



3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- ☐ соотношение содержания контроля с целями обучения;
- ☐ объективность контроля;
- ☐ валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- ☐ дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Тестирование.
5. Письменный опрос.
6. Устный опрос.
7. Индивидуальное собеседование.
8. Коллоквиум.
9. Отчет о проделанной работе.
10. Защита рефератов или курсовой работы.
11. Творческий конкурс.
12. Интернет-конференции.
13. Контрольная работа.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- ☐ уровень освоения студентами учебного материала;
- ☐ умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- ☐ сформированность общеучебных умений;
- ☐ умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- ☐ обоснованность и четкость изложения ответа;
- ☐ оформление материала в соответствии с требованиями;
- ☐ умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

- ☐ умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- ☐ умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- ☐ умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

Методические указания для студентов по выполнению самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекциям;
2. Подготовка к практическим занятиям;
- 3 Самостоятельное изучение учебной литературы.

Перечень основной литературы:

1. Овчинников В.П., Аксенова Н.А. Буровые промывочные жидкости. Учебное пособие для вузов – Тюмень: Издательство «Нефтегазовый университет», 2008. – 309 с.
2. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Овчинников П.В.. Физико-химические процессы твердения, работа в скважине и коррозия цементного камня. Учебное пособие. Тюмень 2011.

Перечень дополнительной литературы:

1. Рязанов. Я. А. Энциклопедия по буровым растворам Я. А: Рязанов. - Оренбург: Летопись. 2009. - 664 с. - Библиогр.: с. 650-663.- ISBN 5-88788-128-3
2. Мищенко В.И. Приготовление, очистка и дегазация буровых растворов: учебное пособие / В.И. Мищенко, А.В. Коротунов. – Краснодар: «Арт-Пресс», 2008. – 330 с.
3. Булатов А.И. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учебное пособие для вузов / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, Ю.М.Проселков. – М.: ОАО Издательство «Недра». 1999 . – 424 с.
4. Книга инженера по растворам ЗАО «ССК» под общей редакцией Добросмыслова А.С. Авторский коллектив: Губанов В.Н., Лопатин Д.В., Сычев В.С., Толстоухов А.А.
5. Булатов. А. И. Управление физико-механическими свойствами тампонажных систем / А. И. Булатов. - М.: Недра. 1976. – 248 с; - Библиогр.: с.-241-246.
6. Справочник бурового мастера / Под общей редакцией В.П. Овчинникова, С.И. Грачёва, А.А. Фролова. Учебно-практическое пособие в 2-х томах. Институт нефти и газа Тюменского государственного нефтегазового университета. М.: «Инфра-Инженерия», 2006. - 608 с.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. электронный курс лекций;
2. учебно-методическое пособие по выполнению практических занятий (электронная версия);
3. учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ (электронная версия).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://eLibrary.ru/> - Научная электронная библиотека

2. wwwURL: <http://www.biblioclub.ru/> - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
3. wwwURL: <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».