

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

Кафедра

техники разведки МПИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ
по предмету: „Бурение скважин в осложненных условиях”
образовательно-квалификационный уровень - специалист
специальность 7.090306 - "БУРЕНИЕ",
направление подготовки 0903 “Горное дело”

Днепропетровск

2014

Министерство образования и науки Украины
Национальный горный университет

Кафедра
техники разведки МПИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ
по предмету: „Бурение скважин в осложненных условиях”
образовательно-квалификационный уровень - специалист
специальность 7.090306 - "БУРЕНИЕ",
направление подготовки 0903 “Горное дело”

Рекомендовано к изданию учебно-методическим
управлением университета

Днепропетровск

НГУ

2014

Методические указания к выполнению лабораторных занятий. / Составители: А.К. Судаков - Днепропетровск: Национальный горный университет Украины, 2014. – 20 с.

Составители:

А.К.Судаков , канд. техн. наук, доц.,

Ответственный за выпуск канд. техн. наук, доц. кафедры техники разведки месторождений полезных ископаемых А.М.Бражененко.

Печатается в редакционной обработке составителей.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Введение

1. Лабораторная работа №1

Оценка свойств глинистого раствора при разбавлении его водой

2. Лабораторная работа №2

Исследование свойств глинистого раствора при его загрязнении химически активным шламом

3. Лабораторная работа №3

Исследование пластической прочности тампонажного раствора и определение оптимального времени тампонирувания

4. Практическое занятие №1

Составление плана изоляции поглощающего горизонта

5. Задачи для самостоятельной работы

ЛИТЕРАТУРА.....

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Оценка свойств глинистого раствора при разбавлении его водой

Цель – изучить влияние содержания твердой фазы на свойства глинистого раствора.

Общие положения

Твердая фаза в глинистом растворе обуславливает повышение его вязкости, СНС, увеличение гидравлических сопротивлений, усиленный износ деталей гидравлического оборудования, снижение скорости бурения. При увеличении концентрации твердой фазы в объемных долях от 0 до 14% время бурения скважины возрастает в 2-3 раза. Однако, исходя из геолого-технических условий бурения, приходится применять промывочные жидкости различной плотности и с различными реологическими свойствами. Кроме этого, в процессе бурения промывочная жидкость загрязняется шламом. Все это требует регулирования содержания твердой фазы в промывочной жидкости. Для этого применяют механические или химические методы очистки глинистого раствора от шлама или разбавляют его водой. При разбавлении водой изменяются все технологические свойства глинистого раствора.

Поэтому специалист должен уметь оценивать ожидаемые изменения этих свойств и определять пределы разбавления.

Содержание работы

Необходимо измерить параметры (толщина глинистой корки T , плотность ρ , водоотдача B и статическое напряжение сдвига θ_1) исходного глинистого раствора.

2. Приготовить из исходного глинистого раствора, путем разбавления его водой до заданной плотности, новый раствор и измерить те же параметры. Перед каждым измерением раствор тщательно перемешивается. Количество добавляемой воды определяется по формуле:

$$V_B = \frac{\rho_{\text{и}} - \rho_{\text{н}}}{\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}},$$

где V_B – объем воды в дм^3 на 1 дм^3 исходного раствора; $\rho_{\text{и}}$, $\rho_{\text{н}}$ – плотность исходного и нового раствора; $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды.

3. Заполнить таблицу

Номер бригады	Заданная плотность раствора, $\rho_3, \text{дм}^3$	Объем добавляемой воды, $V_B, \text{дм}^3$	Параметры раствора			
			ρ	T	B	θ_1
Исходный раствор						
1						
2						
3						
4						

4. Построить графики зависимости T, B, $\theta_1=f(\rho)$ и дать их анализ.

5. Определить предельное снижение плотности, если повышение водоотдачи должно быть не больше 26 см^3 (конкретное значение B указывает преподаватель индивидуально для каждого студента).

Содержание отчета

1. Изложение задания.
2. Результаты измерения свойств исходного и разбавленного водой глинистых растворов (табл.).
3. График зависимости T, B, $\theta_1=f(\rho)$ по результатам измерения всех бригад.
4. На графике показать предельное снижение плотности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Исследование свойств глинистого раствора при его загрязнении химически активным шламом

Цель – изучить влияние добавок в глинистый раствор шлама, образующегося при разбурировании цементного камня.

Общие положения

Одной из разновидностей загрязнения глинистого раствора является обогащение его активными примесями, поступление которых в раствор происходит при проходке отложений гипса, карбонатных пород, солевых отложений при разбурировании цементного камня образовавшегося после цементирования. При этом наиболее вредное влияние на глинистый раствор оказывают ионы Ca^{2+} , вызывая его коагуляцию. При разбурировании цементных пробок самыми опасными являются частицы непрогидратированного цемента. Для защиты глинистого раствора от вредного влияния цемента, рекомендуется предварительно обрабатывать его кальцинированной содой, или фосфатами бикарбоната натрия

$$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow.$$

Содержание работы

Каждая бригада студентов в качестве исходного получает:

- глинистый раствор (раствор № 1);
- глинистый раствор, обработанный кальцинированной содой (0,5%) и КМЦ (1%) – (раствор № 2).

Необходимо:

1. Измерить Т, В, К исходных растворов и результаты занести в таблицу №1
2. Загрязнить исходные растворы цементом. После тщательного перемешивания измерить те же параметры, результаты измерений занести в таблицу № 2.

Таблица 1

№ раствора	Параметры растворов		
	Т, с	В, см ³ за 30 мин	К, мм
№ 1			
№ 2			

Таблица 2

№ бри- гады	Содержание цемента в %	Количество цемента в г на 1 л раствора	Параметры растворов*		
			Т, с	В, см ³	К, мм
1	2				
2	4				
3	6				
4	8				

* - в числителе раствор № 1, в знаменателе – раствор № 2.

3. Провести анализ полученных результатов и сделать выводы.

Содержание отчета

1. Общие положения,
2. Задание и сведения о составе исходных глинистых растворов.
3. Описание порядка работ.
4. Таблицы 1, 2.
5. Выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Исследование пластической прочности тампонажного раствора и определение оптимального времени тампонирувания

Цель – освоить методику определения пластической прочности и использования этого параметра для определения времени тампонирувания.

Общие положения

Пластическая прочность тампонажного раствора измеряется по методу академика П.А.Ребиндера с помощью прибора ИВ-2, в котором вместо иглы используются специальные конусы с углом при вершине 30, 45, 60 и 90°.

К работе прибор подготавливают также как иглу Вика для определения сроков схватывания цементного раствора. В подвижной системе прибора вместо иглы закрепляют конус и взвешивают подвижную систему в сборе.

Подвижная система прибора устанавливается таким образом, чтобы конус касался поверхности раствора и в таком положении фиксируется стопором. Через определенное время выдержки раствора, подвижная система с помощью стопора освобождается и конус погружается в раствор. Величина погружения фиксируется по шкале.

Затем конус поднимается и устанавливается в исходное положение. Кольцо с пробой раствора смещается таким образом, чтобы после очередного погружения конуса центры лунок находились на расстоянии не менее 3 диаметров предыдущей лунки. Через выбранное время выдержки производится следующее измерение.

Величина пластической прочности P_n , Па, вычисляется по формуле

$$P_n = K_\alpha \frac{G}{h^2},$$

где G – вес погружаемой системы, Н; h – глубина погружения конуса, м; K – коэффициент, зависящий от угла конуса α

$$K_\alpha = \frac{1}{\pi} \cos^2 \frac{\alpha}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

α	30	45	60	75	90
K_{α}	1,11	0,66	0,41	0,26	0,16

Пластическая прочность тампонажного раствора зависит от времени его упрочнения, прошедшего после приготовления. Так как пластическая прочность резко нарастает во времени, глубина погружения конуса в каждом опыте уменьшается. Для повышения прочности измерения, при достижении $h=5-8$ мм, конус заменяется на более острый. Если этого окажется не достаточно, то подвижная система дополнительно нагружается съемным грузом.

Содержание работы

Для выполнения работы необходимы следующие материалы: цемент, порошковая глина, силикат натрия, вода. Студенту или бригаде выдается задание, включающее данные о составе тампонажного раствора, глубине тампонирующей, бурильной колонне и давлении, развиваемом насосом (табл.3).

Таблица 3

Исходные данные

А	Состав тампонажного раствора		Б	Тип бурового насоса	В	Тип бурильных труб	Г	Глубина зоны поглощения, м
	№	цемент, г/л						
1	60	0		НБ-3		СБТМ-50		200
2	90	5		НБ-4		СБТМ-63,5		400
3	120	10		НБ-5		СБТМ-73		600

Рассмотрим, например, вариант А3-Б1-В1-Г2. Это означает, что необходимо определить время, которым располагает бурильщик для тампонирующей сква-

жины глубиной 400 м, раствором состава № 3 (исх.+60 г цемента+0% Na₂O SiO₃) с использованием насоса НБ-3 и бурильных труб СБТМ-50.

Необходимо приготовить исходный цементный раствор объемом 0,5 л, добавив к исходному глинистому раствору 60г цемента и 0% силиката натрия (0 г); все тщательное перемешать, залить кольцо и исследовать характер изменения пластической прочности P_m во времени. Исходные интервалы времени, через которые следует производить измерения, студент выбирает по первым двум измерениям в зависимости от количества ускорителя схватывания, но они должны быть не более 15 мин. По результатам измерений строится график изменения P_n во времени.

Затем по остальным исходным данным задания проводится расчет критического значения $P_{кр}$ по формуле

$$P_{кр} = \frac{P_n d}{4L},$$

где P_n – максимальное давление, развиваемое насосом, м, Па; d – внутренний диаметр бурильных труб, м; L –длина колонны бурильных труб (глубина зоны поглощения), м.

На построенном ранее графике $P_m=f(t)$ наносят полученное значение $P_{кр}$ и определяют время, которым располагает буровая бригада при тампонировании скважин раствором заданного состава.

Содержание отчета

1. Задание, исходные данные.
2. Расчет необходимого количества материалов для приготовления исходного и заданного растворов.
3. Описание порядка измерений.
4. Расчет P_m и $P_{кр}$.
5. Построение графика $P_n=f(t)$.
6. Выводы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Составление плана изоляции поглощающего горизонта

Цель – получить практические навыки составления плана изоляции поглощающего горизонта тампонажным раствором.

Общие сведения

Для изоляции поглощающих горизонтов широко распространено тампонирующее через бурильные трубы. Эта технология обеспечивает доставку тампонажного раствора в зону поглощения без ухудшения его параметров по пути следования. Место установки конца бурильных труб и технология тампонирующего определяется интенсивностью поглощения, глубиной залегания поглощающего интервала. Закачанный в бурильную колонну тампонажный раствор продавливается в пласт продавочной жидкостью. Таким образом, процесс тампонирующего зоны поглощения складывается из двух этапов – закачки тампонажного раствора в бурильную колонну и продавки его продавочной жидкостью. Так как место установки нижнего конца бурильных труб зависит от целого ряда трудно определяемых факторов, то расстояние от конца труб до кровли зоны поглощения принимается при колонковом бурении 3-10 м, при бурении скважин на нефть и газ – 20-30 м. Чем выше интенсивность поглощения, тем ближе нужно устанавливать трубы к кровле проницаемой зоны.

Последовательность тампонирующего такова. Сначала опускают бурильную колонну, устанавливая нижний конец на заданной глубине. Затем обвязывают бурильную колонну с буровым насосом или цементирующим агрегатом, промывают колонну и опрессовывают обвязку. Закачивают тампонажный раствор, а потом продавочную жидкость (буровой раствор). В процессе закачки, и особенно продавки, строго контролируют объем жидкости и давление. По объему закачиваемой продавочной жидкости определяют местонахождение тампонажного раствора. По окончании продавки, бурильную колонну обычно приподнимают на 1 свечу и промывают ее от остатков тампонажного раствора. Вымы-

ваемый раствор во избежание загрязнения бурового раствора, отводят в отдельную емкость. Операция завершается ожиданием затвердевания тампонажного раствора (ОЗЦ), которое обычно достигает 16-24 часа.



Рис.1 Схема тампонирующей колонны

Задание

Каждый студент получает расходограмму конкретной скважины, по которой определяет исходные данные и производит необходимые расчеты. При этом необходимо:

1. Установить характеристики зоны поглощения: глубину кровли зоны поглощения; мощность поглощающего интервала; интенсивность поглощения; статический и динамический уровни жидкости в скважине; диаметр скважины в зоне поглощения; коэффициент эффективной трещинной пористости (трещиноватости).
2. Выбрать рецепт тампонажного раствора.
3. Определить объем тампонажного раствора.
4. Выбрать способ приготовления тампонажного раствора и определить количество потребных материалов.
5. Определить объем продавочной жидкости.
6. Определить необходимое время для проведения операции.
7. Наметить последовательность проведения операции в целом – с указанием количественных характеристик.

Содержание работы

На заданной расходограмме определяются и описываются все проницаемые зоны (поглощения, водопроявления) согласно пункта 1 задания. При выборе рецептуры цементного раствора принимаются исходные данные (прилож. 1),

Объем тампонажного раствора определяется по формуле:

$$V = V_1 + V_2 = \pi m l_n (r_0^2 - r_c^2) + \pi r_c^2 (l_n + l_1),$$

где V_1 – объем поглощающих каналов в пределах изоляционной оболочки, м^3 ; V_2 – объем тампонажного стакана м^3 ; m – коэффициент трещинной пористости; l_n – мощность зоны поглощения, м; r_0 – радиус изоляционной оболочки, м, $r_0 = r_c + (0,2 \dots 0,5)$; r_c – радиус скважины, м; l_1 – расстояние от нижнего конца бурильной колонны до кровли зоны поглощения. Полученное значение V можно округлить до ближайшего большего числа, учитывая возможные потери тампонажного раствора при его приготовлении и доставке по бурильной колонне.

Приготовление тампонажного раствора производится с помощью глиномешалки (при объеме его до 2 м^3), при больших объемах – с помощью смесительной машины. Количество требуемых материалов определяется по методике, приведенной в лабораторной работе № 3. Объем продавочной жидкости определяется по формуле:

$$V_{\text{пр}} = 0,785 d_{\text{б.т.}}^2 (L - l_1),$$

где $d_{\text{б.т.}}$ – внутренний диаметр бурильных труб, м; L – глубина зоны поглощения, м.

Содержание отчета.

1. Задание.
2. Копия расходограммы и ее описание.
3. Схема проведения операции.
4. Расчеты.
5. Последовательность операций.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Раздел 1 Поглощение промывочной жидкости

1. Определить необходимое количество цемента и воды для приготовления 5 м^3 цементного раствора плотностью $\rho_{\text{ц.р.}} = 1800 \text{ кг/м}^3$ и водоцементным числом В:Ц=0,5.

2. Определить необходимое количество исходных материалов для приготовления 8 м^3 цементного раствора содержащего 2% по весу от объема раствора безводного CaCl_2 . Плотность раствора $\rho_{\text{ц.р.}}=1900 \text{ кг/м}^3$, В:Ц=0,55.

3. При вскрытии поглощающего пласта на глубине $Z_{\text{п}}=3100$ статический уровень установился на глубине $h_c=82\text{м}$. Плотность промывочной жидкости $\rho=1260 \text{ кг/м}^3$. Определить пластовое давление и коэффициент пластового давления.

4. Определить удельное давление гидроразрыва горных пород на глубине 2400м средняя плотность которых составляет $\rho_{\text{г}}=2860 \text{ кг/м}^3$.

5. Определить коэффициент поглощающей способности $K_{\text{г}}$ и категорию поглощения по классификации Ясова В.Г., Волокитенкова А.К., если после вскрытия поглощающего горизонта статический уровень установился на глубине 61м. При закачке в скважину воды с расходом 5 л/с динамический уровень установился на глубине 19 м.

6. Определить коэффициент интенсивности поглощения в пласте если при гидродинамическом исследовании его на воде он поглощает $Q=0,02 \text{ м}^3/\text{с}$. Статический уровень – 48 м, динамический – 26 м.

7. При вскрытии зоны поглощения на глубине $Z_{\text{п}}=1440$ м статический уровень промывочной жидкости, плотностью $\rho=1240 \text{ кг/м}^3$ устанавливается на отметке 55 м. Определить необходимое количество воды которую необходимо добавить на 1 м^3 исходной промывочной жидкости для восстановления циркуляции.

8. Определить необходимое значение коэффициента аэрации промывочной жидкости плотностью $\rho=1080 \text{ кг/м}^3$ для предупреждения ее поглощения на глубине 970 м при коэффициенте пластового давления $K_{\text{п}}=0,84$.

9. Определить объем тампонажной смеси для тампонирования поглощающего пласта через бурильную колонну при следующих исходных данных: мощность зоны поглощения 16м, расстояние от конца бурильной колонны до кровли поглощающего пласта $l_{\text{к}}= 30\text{м}$, эффективная трещинная пористость $m=0,08$, фактический диаметр скважины $d=0,225 \text{ м}$.

Раздел 2 Флюидопроявление

1. Определить коэффициент пластового давления, если на глубине $z=4100\text{м}$ вскрыт пласт с $P_{\text{пл}}= 45\text{МПа}$.

2. Определить гидростатическое давление в вертикальной скважине на глубине $z=2800\text{м}$, если она заполнена ПЖ плотностью $\rho=1350\text{кг/м}^3$.

3. Определить объем поступления газа в промывочную жидкость за единицу времени при разбурировании газонасыщенного песчаника при следующих исходных условиях: механическая скорость бурения $V_{\text{м}}=10\text{м/ч}$; пористость песчаника $m=0,16$; диаметр скважины $d_{\text{с}}=0,21\text{м}$; коэффициент газонасыщения породы $\beta=0,8$; коэффициент газоотдачи $\alpha=0,8$.

4. Определить снижение давления на пласт при подъеме бурильной колонны без долива для следующих исходных условий: длина колонны бурильных труб $l_{\text{т}}=2500 \text{ м}$, масса 1 м бурильных труб $q=29,0 \text{ кг/м}$; внутренний диаметр кондуктора $d_{\text{к}}=0,304 \text{ м}$; плотность промывочной жидкости $\rho=1400 \text{ кг/м}^3$; плотность материала труб $\rho_{\text{м}}=7650 \text{ кг/м}^3$.

5-. При обнаружении флюидопроявления был закрыт превентор и через 20 минут установилось давление, на устье скважины: в кольцевом пространстве $P_{\text{ук}}=3,6 \text{ МПа}$ в бурильной колонне $P_{\text{ут}}=2,4 \text{ МПа}$. Определить плотность и вид флюида, пластовое давление и коэффициент пластового давления, если пласт

вскрыт -на глубине $z=2900$ м промывочной жидкостью с плотностью $\rho=1350$ кг/м³ и высота столба поступившего в скважину флюида составила $z_{\phi}=120$ м.

6. Определить высоту столба поступившего в скважину флюида если на момент закрытия превентора уровень промывочной жидкости в приемной емкости с размерами 1,5х2 м поднялся на 0,4 м. Скважина имеет диаметр 0,260 м и в ней находится бурильная колонна с УБТ в нижней части $d_{\text{УБТ}}=0,203$ м.

7. Определить исходные для плавного глушения проявления, если проявляющий пласт был вскрыт на глубине $z=3200$ м промывочной жидкостью $\rho=1400$ кг/м³, и объем поступившего на поверхность флюида составил 1,1м³. Средний диаметр скважины на забое $d=0,202$ м. Бурильная колонна находится в скважине и состоит из УБТ-146 длиной 101 м и ТБВК114-8Е - остальное. После закрытия превентора давление на устье скважины составило: $P_{\text{ут}}=1,8$ МПа; $P_{\text{ук}}=2,5$ МПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башлык С.М., Загибайло Г.Т., Коваленко А.В. Основы гидравлики и промывочные жидкости. – М.: Недра, 1993 г.
2. Ивачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси. – М: Недра, 1987.
3. Ясов В.Г. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – НФНТУНГ. – 1989.

Пластическая прочность различных тампонажных смесей

Состав раствора	Пластическая прочность в Па при времени стабилизации в мин				
	1	10	60	120	240
Исходный: глинистый, $\rho=1,16 \text{ г/см}^3$	7,5	7,3	-	-	-
Исходный + 30 г/л цемента	84	90	230	600	800
Исходный + 60 г/л цемента	90	103	300	700	1000
Исходный + 90 г/л цемента	112	118	360	850	1150
Исходный: глинистый, $\rho=1,16 \text{ г/см}^3$ +60 г/л цемента	7,5	7,3	-	-	-
Исходный + 5 г/л жидкого стекла	330	540	1100	3000	5700
Исходный + 10 г/л жидкого стекла	430	600	1900	4600	6600
Исходный + 15 г/л жидкого стекла	560	700	2300	5800	7300
Исходный: глинистый, $\rho=1,18 \text{ г/см}^3$	11,8	12,2	-	-	-
исходный +30 г/л цемента	112	120	420	690	1100
Исходный +30 г/л цемента +5 г/л жидкого стекла	260	500	1280	2600	5200
Исходный +30 г/л цемента + 10 г/л жидкого стекла	393	690	2300	5100	7000
Исходный + 30 г/л цемента + 15 г/л жидкого стекла	532	710	3200	5900	7800
исходный +60 г/л цемента	145	152	560	810	1250
Исходный +60 г/л цемента +5 г/л жидкого стекла	370	600	1370	3800	6200
Исходный +60 г/л цемента + + 10 г/л жидкого стекла	482	740	2600	5500	7600
Исходный+60 г/л цемента + 15 г/л жидкого стекла	600	770	3300	6300	8300
Исходный +90 г/л цемента	160	175	750	1200	1600
Исходный +90 г/л цемента +5 г/л жидкого стекла	390	610	1530	4300	6800
Исходный +90 г/л цемента + + 10 г/л жидкого стекла	510	800	2900	6100	8200
Исходный + 90 г/л цемента + 15 г/л жидкого стекла	620	800	4000	7000	9200

Составители:
Судаков Андрей Константинович

Редакционно-издательский комплекс

Подписано к печати 03.12.14. Формат 30х42/4.
Бумага Сартain. Ризография. Условн. печ. арк. 1.1.
Учет-изд. арк. 1.1. Тираж 100 экз.
Зам. №

НГУ
49027, м. Днепропетровск-27, просп. К.Маркса, 19.