

**Министерство нефтяной промышленности**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по определению объемов отработанных бурильных растворов и шламов при  
строительстве скважин**

**РД 39-3-819-91**

**Министерство нефтяной и газовой промышленности**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по определению объемов обработанных бурильных растворов и шламов при  
строительстве скважин**

**РД 39-3-819-91**

## АННОТАЦИЯ

В настоящих «Методических указаниях...» рассматриваются вопросы количественного определения отработанных буровых растворов (ОБР) и шлама, образующихся при строительстве нефтяных и газовых скважин и подлежащих утилизации или захоронению. Они содержат зависимости для определения объемов ОБР и шлама, образующихся в процессе строительства скважин. Методические указания позволяют на стадии составления технических проектов обосновать количество технических средств и сооружений необходимых для предотвращения загрязнения объектов среды этими отходами.

Методические указания составлены с учетом современных достижений в области промывки, крепления и освоения скважин и охватывают все процессы образования отходов бурения, представленных ОБР и буровым шламом. Они предназначены для работников буровых предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций, связанных с разработкой природоохранных мероприятий.

Авторы: Шишов В.А., Шеметов В.Ю., Резниченко И.Н., Аветисян Н.Г., Кеворков С.А., Вартумян Г.Т.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие «Методические указания...» позволяют по единой схеме проводить количественную оценку объемов отработанных буровых растворов (ОБР) водной основы и шлама, образующихся в процессе строительства скважин в различных геолого-технических условиях.

1.2. ОБР и шлам содержат в своем составе химические реагенты, минеральные примеси и нефтепродукты и, попадая в почвы и водные объекты загрязняют их. В целях предотвращения загрязнения объектов природной среды в проектах на строительство скважин предусматривается утилизация или захоронение ОБР и шлама.

1.3. «Методические указания...» позволяют обосновать в проектах на строительство скважин количество технических средств и сооружений, необходимых для сбора, хранения, транспортировки, утилизации или захоронения ОБР и шлама, уходящих в отходы.

1.4. Под отработанным буровым раствором (ОБР) понимается буровой раствор, исключаемый из технологических процессов строительства скважин, который накапливается на территории буровой и подлежат утилизации и захоронению.

1.5. Под утилизацией ОБР на современном уровне развития техники и технологии понимается:

- полное или частичное использование ОБР для приготовления нового бурового раствора, необходимого при проходке последующих интервалов данной скважины;
- повторное использование его для бурения других скважин;
- регенерация активных компонентов из бурового раствора.

1.6. Под буровым шламом понимается смесь выбуренной породы и бурового раствора, удаляемых из циркуляционной системы буровой различными очистными устройствами.

1.7. Расчет объемов отработанного бурового раствора и шлама производится на стадии составления проектов на строительство нефтяных и газовых скважин проектной организацией или ее частью. Результаты расчетов служат основанием для осмечивания мероприятий по охране окружающей среды.

## 2. ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ И ШЛАМА

2.1. В основу подхода по определению объемов ОБР и шлама положены *расчетные методы*.

2.2. Основным принципом, которым руководствуются при определении объемов ОБР, является принцип расчета объемов ОБР по интервалам бурения, заданных конструкцией скважин и типом бурового раствора.

2.3. Объем ОБР, уходящего в отходы, складывается из избыточных объемов растворов, используемых при освоении скважин. При этом основными причинами образования и накопления избыточных объемов растворов являются:

- наработка раствора при разбуривании интервалов, сложенных глинистыми породами;
- замена одного типа бурового раствора на другой;
- замена бурового раствора, используемого для бурения под эксплуатационную колонку, на раствор другого типа для освоения скважин;
- проведение ряда дополнительных технологических операций, не предусмотренных проектом на бурение скважин (например, ликвидация осложнений).

2.4. Объем (в %) повторно используемого ОБР в каждом конкретном случае устанавливается по фактическим данным с учетом конкретных геолого-технических условий проводки скважин.

2.5. Расчет объемов ОБР производится по формулам, приведенным в разделе 4.

### **3. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБР И ШЛАМА**

3.1. Основными источниками исходной информации для определения объемов отработанных буровых растворов являются:

- геолого-технологический регламент;
- режимно-технологическая карта;
- геолого-технический наряд;
- регламенты на буровые растворы.

3.2. Перечень основных исходных данных для выполнения расчетов объемов ОБР и шлама приведены в таблице 1. Здесь же указаны источники получения необходимой информации.

### **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ И ШЛАМА**

4.1. Расчет объемов ОБР проводится по формулам, представленным в таблице 2. Все обозначения показателей, входящие в формулы таблицы 2, соответствуют приведенным в разделе 3 настоящих «Методических указаний ...».

4.2. Объемы ОБР по скважине определяют суммированием объемов, образующихся после бурения каждого интервала и объема, необходимого для освоения. Расчет объемов ОБР производится по формулам (1)-(18).

4.2.1. Объем ОБР, уходящего в отходы после бурения конкретного (1-го) интервала, представляет собой раствор, применявшийся при бурении, за минусом

объемов повторно используемого для разбуривания последующих интервалов и теряемого в затрубном пространстве при креплении.

Объем бурового раствора, применяемого для бурения 1-го интервала, складывается из объема раствора, определяемого в соответствии с требованиями правил безопасного ведения буровых работ, потерь на фильтрацию на очистных сооружениях и объемов наработки за счет перехода в раствор части выбуренной глинистой породы.

4.2.2. Если в разрезе интервала бурения отсутствуют глинистые породы, то наработку бурового раствора не рассчитывают.

4.3. Объем отходов, образующихся после проведения дополнительных технических операций, связанных с ликвидацией осложнений и аварий, рассчитывают в соответствии с действующими нормативно-методическими и руководящими документами, регламентирующими такие работы. В таком случае объемы отходов рассчитывают в процессе бурения скважины.

4.4. Рекомендуемая примерная форма подготовки исходных данных для расчета ОБР представлена в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

4.5. Объем бурового шлама, уходящего в отходы после окончания строительства скважин, определяют по формулам (19)-(22) (таблица 2).

Таблица 1

**Перечень**  
**Информации, необходимой для расчета объемов отработанных буровых растворов и шлама**

Показатель	Условное обозначение	Размерность	Тип показателя	Исходные документы или источник получения данных
Объем раствора в циркуляционной системе буровой установки	$V_{цир1}$	м <sup>3</sup>	проектный	Единые технические правила ведения работ при бурении скважин на нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях – ВНИИБТ, М.: 1983 Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности – М.: 1974
Интервал бурения	$L_i$	м	-«-	Геолого-технический наряд
Диаметр долота в интервале бурения	$D_u$	м	-«-	-«-
Средний внутренний диаметр обсадных колонн в закрепленной части ствола, в котором осуществляется циркуляция раствора	$D_i$	м	проектный	Технический проект на строительство скважин
Количество обсадных колонн различных диаметров в закрепленной части ствола, в котором осуществляется циркуляция бурового раствора	$m$	безразмерный	-«-	-«-
Длина обсадной колонны в обсаженной части ствола, в которой осуществляется циркуляция бурового раствора	$L_{ki}$	м	-«-	-«-
Наружный диаметр опускаемой колонны для крепления $i$ -го интервала	$D_k$	м	-«-	-«-
Внутренний диаметр обсадной колонны, опускаемой для крепления $i$ -го интервала	$D_{bc}$	м	-«-	-«-

Методические указания по определению объемов отработанных буровых растворов и шлама при строительстве скважин



Показатель	Условное обозначение	Размерность	Тип показателя	Исходные документы или источник получения данных
Длина цементируемой колонны (секции)	$L_c$	м	-«-	-«-
Средний коэффициент каверзости в интервале бурения	$L_i$	безразмерный	-«-	-«-
Степень очистки бурового раствора от породы <ul style="list-style-type: none"> <li>• общая</li> <li>• виброситом СВ-2, СВ-2Б</li> <li>• пескоотделителем</li> <li>• илоотделителем</li> <li>• виброситом ВС-1</li> </ul>	$E_2)$ $E'$ $E''$ $E'''$ $E'$	безразмерный	-«-	-«-
Количество разбуриваемых глинистых пластов в интервале бурения	$n$	безразмерный	-«-	Геолого-технический наряд
Мощность глинистых пород в интервале бурения	$L_m$	м	-«-	-«-
Толщина глинистой корки на проницаемых пластах ствола скважины	$h_i$	м	-«-	Регламент на буровые растворы
Коэффициент коллоидальности разбуриваемых пород	$K^3)$	безразмерный	Расчетный графическим методом	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 настоящих «Методических указаний...»
Коэффициент, характеризующий интенсивность изменения коллоидальности твердой фазы бурового раствора в результате действия забойной температуры	$\alpha^4)$	-«-	-«-	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 настоящих «Методических указаний...»
Коэффициент, характеризующий влияние обработки бурового раствора на изменение коллоидальности глинистых пород	$B^5)$	-«-	-«-	См. Примечание
Температура в скважине в статических условиях	$t$	$^{\circ}\text{C}$	-«-	Регламент на буровые растворы
Средняя плотность глинистой породы в интервале бурения	$\rho_m$	$\text{т/м}^3$	-«-	РД 39-0147009-88
Показатель коллоидно-химического	$P^6)$	безразмерный	-«-	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 настоящих

Методические указания по определению объемов отработанных буровых растворов и шлама при строительстве скважин



Показатель	Условное обозначение	Размерность	Тип показателя	Исходные документы или источник получения данных
равновесия дн фа				«Методических указаний...»
Проектная высота подъема тампонажного раствора в заколонном пространстве скважин при креплении $i$ -го интервала	$H_i$	м	проектный	Проект на строительство скважины
Процент повторно используемого бурового раствора для бурения последующих интервалов	$\beta$	%	-«-	Проектно-плановое задание
Количество интервалов бурения, заданных конструкцией скважины и типов бурового раствора	$N$	безразмерный	-«-	Геолого-технический наряд
Объем скважины в период освоения	$V_{скв}$	м <sup>3</sup>	-«-	Технический проект

**Примечания:**

- 1) См. ПРИЛОЖЕНИЕ 1
- 2) Степень очистки бурового раствора определяется как сумма значений степени очистки конкретных очистных устройств, используемых при бурении скважины
- 3) См. ПРИЛОЖЕНИЕ 2
- 4) См. ПРИЛОЖЕНИЕ 3
- 5) Значение « $\beta$ » принимается равным 0,00072 при температура в скважине  $t < 130^{\circ}\text{C}$ , 0,00267 при  $t = 130-160^{\circ}\text{C}$  и 0,00300 при  $t > 160^{\circ}\text{C}$
- 6) См. ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 2

## Формулы и порядок расчета объемов отработанного бурового раствора и шлама при строительстве скважины

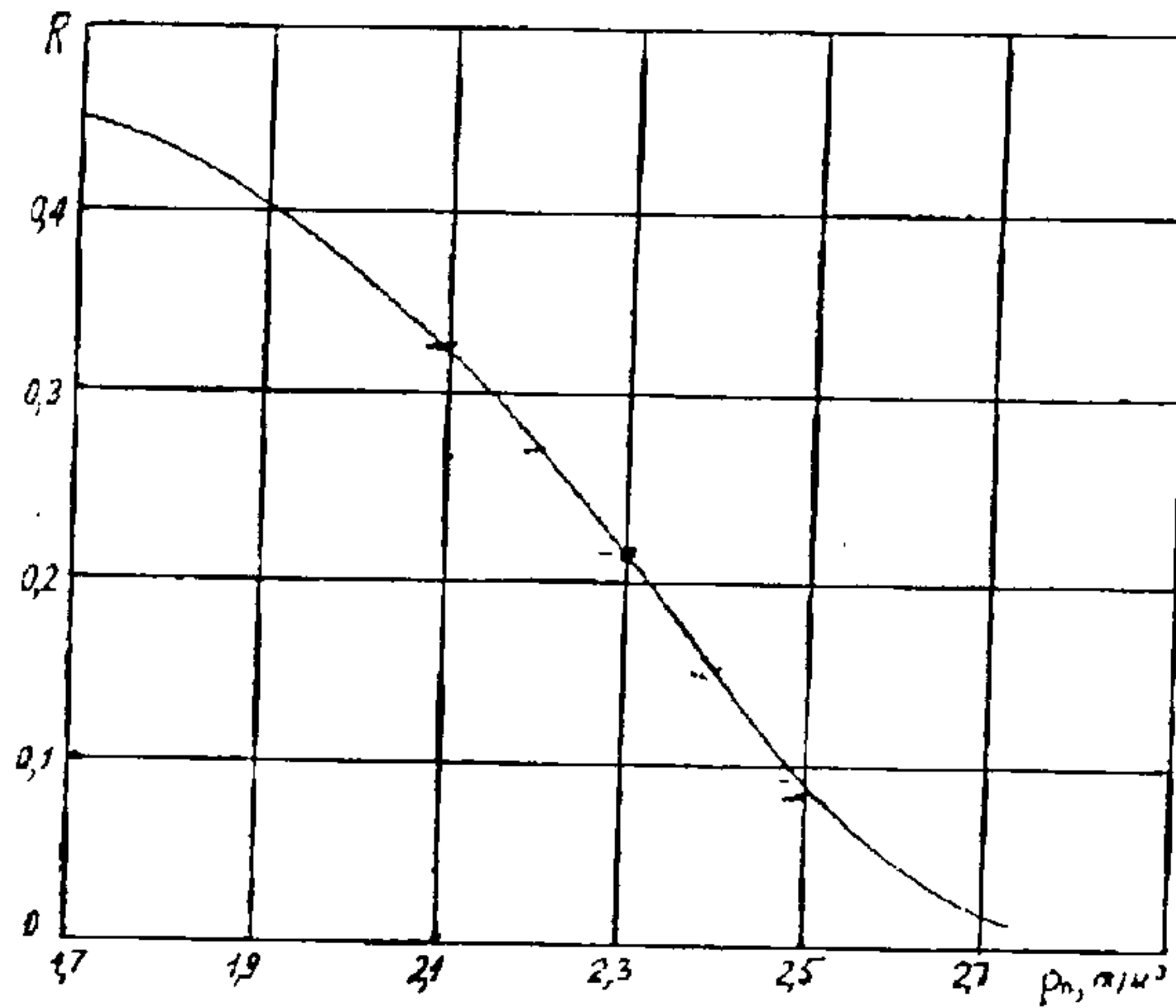
Номер позиции	Показатель	Условное обозначение	Единица измерения	Формула для расчета	Номер формулы
1	Объем ствола скважины на конец бурения $i$ -го интервала	$V_i$	$M^3$	$V_i = 0,785 \sum_{k=1}^i L_{ki} \pi_i^2 + 0,785(\lambda_i D_n)^2 L_i$	(1)
2	Объем выбуренной породы в $i$ -ом интервале	$V_{при}$	$M^3$	$V_{при} = 0,785(\lambda_i D_n)^2 L_i$	(2)
3	Объем выбуренной глинистой породы в интервале бурения	$V_{гли}$	$M^3$	$V_{гли} = 0,785(\lambda_i D_n)^2 L_{ги}$	(3)
4	Масса выбуренной глинистой породы при разбуривании $i$ -го интервала	$M$	т	$M = V_{гли} * \rho_{ги}$	(4)
5	Потери бурового раствора при его очистке	$V_{пот}$	$M^3$	$V_{пот} = V_{пот1} + V_{пот2} + V_{пот3}$	(5)
5.1	• виброситом	$V_{пот1}$	$M^3$	$V_{пот1} = 1,3V_{при} E$	(6)
5.2	• пескоотделителем	$V_{пот2}$	$M^3$	$V_{пот2} = 1,02V_{при} E$	(7)
5.3	• илоотделителем	$V_{пот3}$	$M^3$	$V_{пот3} = 3,0V_{при} E$	(8)
6	Потери раствора на фильтрацию и коркообразование при бурении в $i$ -ом интервале	$V_{фи}$	$M^3$	$V_{фи} = \frac{251hi}{\rho_{рi} - 1} (\lambda_i D_n - \frac{h_i}{2}) L_i$	(9)
7	Объем раствора, необходимого для бурения $i$ -го интервала (потребный объем)	$V_{ни}$	$M^3$	$V_{ни} = V_i + V_{при} + V_{фи} + V_{шур}$	(10)
8	Объем бурового раствора, нарабатываемого в процессе разбуривания глинистых пород в $i$ -ом интервале	$V_{на}$	$M^3$	$V_{на} = \sum_{i=1}^n [(1-E)M \frac{K\alpha(1+Bti)\rho_{рi}}{0,01 * P * \rho_{ги}}]$	(11)
9	Объем бурового раствора, применяющегося в процессе бурения $i$ -го интервала	$V_{бpi}$	$M^3$	$V_{бpi} = V_{ни} + V_{на}$	(12)

10	Объем бурового раствора, остающегося в заколонном пространстве скважины в $i$ -ом интервале	$V_{цем}^{*})$	$M^3$	$V_{цем} = 0,785[(\lambda_i D_n)^2 - D_k^2](L_i - H_i) + 0,785 \sum_{i=1}^n (D_{li}^2 - D_k^2)(L_{ci} - H_i)$	(13)
11	Объем бурового раствора, подлежащего утилизации или захоронению после окончания бурения $i$ -го интервала	$V_{yl}$	$M^3$	$V_{yl} = V_{dri} - (V_{pi} + V_{исм} + V_{мол})$	(14)
12	Объем бурового раствора, повторно используемого при бурении последующих интервалов	$V_{ми}$	$M^3$	$V_{ми} = \frac{V_{yl}}{100} \beta$	(15)
13	Объем ОБВ, уходящего в отходы по окончании бурения и крепления $i$ -го интервала	$V_{обри}$	$M^3$	$V_{обри} = V_{yl} - V_{ми}$	(16)
14	Объем бурового раствора, необходимого для освоения скважины (объекта)	$V_{осв}$	$M^3$	$V_{осв} = 1,5V_{скв}$	(17)
15	Объем ОБР, уходящего в отходы по окончании скважины строительством	$V_{обр}$	$M^3$	$V_{обр} = \sum_{i=1}^n V_{обри} + V_{осв}$	(18)
16	Объем шлама, уходящего в отходы при строительстве скважины	$V_{ш}$	$M^3$	$V_{ш} = \sum (V_{при} - V_{ми})$	(19)
16.1	Объем глинистой породы, перешедшей в наработываемый буровой раствор в процессе бурения $i$ -го интервала	$V_{ми}$	$M^3$	$V_{ми} = \frac{0,12V_{ш}}{\rho_{ш} - 1}$	(20)

\*при цементировании опускаемых колонн (секций) на всю длину  $V_{цемi}=0$

**Исходные данные для определения полезного объема циркуляционной системы**

<b>Глубина скважины, м</b>	<b>Максимальная нагрузка на крюке БУ (тн)</b>	<b>Полезный объем циркуляционной системы, м<sup>3</sup></b>
1600	100	90
2500	160	90
3200	200	120
5000	320	180
8000	400	240



Номограмма для определения коэффициента коллоидальности ( $K$ ) разбурываемых глинистых пород

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Влияние системы обработки бурового раствора на коэффициент  $\alpha$  и показатель коллоидно-химического равновесия  $P$**

Основные системы обработки бурового раствора (по преимущественному химическому реагенту)	Значение показателя	
	$\alpha$	$P$
УЦР	1,20	4,5-5,0
УЦР+хромпик	0,85	4,5-5,0
УЦР+окзил+ССБ(КССБ)+хромпик	0,80	4,0-4,5
УЦР+окзил+КМЦ+хромпик	0,76	3,0-3,6
УЦР+известь+хромпик	0,75	3,0-3,5
Гипс+окзил	0,65	3,0-3,5
Гипс+известь+окзил	0,57	3,0
КМЦ	0,82	4,0
КМЦ+акриловые реагенты+NaCl(KCl)	0,50	2,3-2,7
КМЦ+ NaCl(KCl)	0,80	3,8-4,2
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> +КССБ(ССБ)	0,50	3,0
Глинистая суспензия (глина-вода)	1,0	3,3-3,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
(обязательное)

Примерная форма подготовки исходных данных для расчета объемов ОБР и  
шлама

Скважина № \_\_\_\_\_ Площадь \_\_\_\_\_  
УБР \_\_\_\_\_

Показатель	Интервал				
	1	2	3	4	5
Объем раствора в циркуляционной системе буровой ( $V_{цир}$ ), м <sup>3</sup>					
Глубина или интервал бурения, ( $L_i$ ), м					
Диаметр долота в интервале бурения ( $D_n$ ), м					
Средний внутренний диаметр обсадной колонны в закрепленном интервале ( $D_e$ ), м					
Длина обсадной колонны в обсаженной части ствола, в котором осуществляется циркуляция бурового раствора ( $L_{ки}$ ), м					
Длина цементируемой колонны (секции) ( $L_{ci}$ ), м					
Количество обсадных колонн различных диаметров в закрепленной части ствола, в котором осуществляется циркуляция бурового раствора ( $n_i$ )					
Наружный диаметр спускаемой обсадной колонны для крепления $i$ -го интервала ( $D_k$ ), м					
Внутренний диаметр обсадной колонны, спускаемой для крепления $i$ -го интервала ( $D_i$ ), м					
Средний коэффициент каверзости в интервале бурения ( $\lambda_i$ )					
Количество разбуриваемых глинистых пород в интервале бурения ( $n$ )					
Мощность глинистых пород в интервале бурения ( $L_i$ ), м					
Степень очистки бурового раствора ( $E$ )					
Толщина глинистой корки на проницаемых пластах ствола скважины ( $h_i$ ), м					
Коэффициент коллоидальности глинистых пород ( $\lambda$ )					
Коэффициент, характеризующий влияние обработки бурового раствора на изменение коллоидальности глинистых пород ( $\alpha$ )					

Методические указания по определению объемов отработанных буровых растворов и шлама при строительстве скважин



Система обработки бурового раствора (по основным техническим реагентам)					
Коэффициент, характеризующий интенсивность изменения коллоидальности твердой фазы бурового раствора в результате действия забойной температуры ( $B$ )					
Средняя плотность глинистой породы в интервале бурения ( $\rho_{гп}$ ), т/м <sup>3</sup>					
Показатель коллоидно-химического равновесия дисперсионной фазы ( $P$ )					
Температура в скважине в статических условиях ( $t$ ), °С					
Плотность бурового раствора ( $\rho_{рл}$ ), т/м <sup>3</sup>					
Проектная высота подъема тампонажного раствора в заколонном пространстве скважины при креплении $i$ -го интервала ( $H_i$ ), м					
Процент повторно используемого бурового раствора для бурения последующих интервалов ( $\beta$ ), %					
Объем скважины в период освоения ( $V_{скв}$ ), м <sup>3</sup>					