

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра бурения скважин**

# **МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

*Методические указания к самостоятельным работам  
для студентов специальности 21.05.03*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2020**

УДК 622.233.4/7 + 622.243.6 (073)

**МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН:** Методические указания к самостоятельным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *М.Ю. Мерзляков, П.А.Блинов, А.Н. Дмитриев*. СПб, 2020. 23 с.

Приводятся расчеты, связанные с методикой определения выхода керна, оценкой его качества и установлением характеристик, исключающих заклинивание керна в колонковой трубе.

Предназначены для студентов специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки» по специализации «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых».

Научный редактор проф. *Н.И. Николаев*

Рецензент *В.В. Свистун* (ООО «Геокем»)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2020

## **МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

*Методические указания к самостоятельным работам  
для студентов специальности 21.05.03*

Сост.: *М.Ю. Мерзляков, П.А.Блинов, А.Н. Дмитриев*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
бурения скважин

Ответственный за выпуск *М.Ю. Мерзляков*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 15.06.2020. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 1,3. Усл.кр.-отт. 1,3. Уч.-изд.л. 1,1. Тираж 50 экз. Заказ 372.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Предмет курса "Методы отбора проб при бурении скважин" направлен на изучение основных моментов, связанных с получением представительных (кондиционных) керновых проб, получаемых в процессе проходки разведочных скважин в различных геологических условиях. На основании исследования отобранных образцов пород (полезных ископаемых) можно сделать выводы о геологическом строении земной коры; о качестве и количестве полезных компонентов; о форме, размерах, пространственном положении и структуре рудных тел (залежей). Данная информация, в конечном итоге, позволит произвести оценку изучаемого месторождения и составить проект на его дальнейшую эксплуатацию. Таким образом, можно утверждать о том, что получение достоверных данных по вышеуказанным моментам во многом зависит от количества и качественного состояния кернового материала.

Изучение дисциплины «Методы отбора проб при бурении скважин» позволяет сформировать необходимые знания и практические навыки при выборе технологии и технических средств, обеспечивающих наиболее качественных образцов пород или полезных ископаемых в различных геологических условиях при разных видах исследований.

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТА ВЫХОДА КЕРНА

В практике бурения геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые выход керна (образцов пород или полезного ископаемого) определяется тремя способами: линейным, весовым и объемным.

Линейный выход керна (процентом выхода керна) равен отношению длины образца к длине пройденного интервала скважины:

$$B_k = \frac{l_k}{l_n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $l_k$  – длина извлекаемого керна, м;  $l_n$  – длина пройденного интервала или величина углубки скважины за рейс, м.

Необходимо отметить, что данный способ оценки получаемого материала (выхода керна) дает достаточно точные данные лишь при хорошей его сохранности, в виде цельных столбиков (колонок), при сложении которых можно измерить общую длину  $l_k$ . В том случае, если поднятый на поверхность керна представляет из себя мелкие частицы или кусочки неправильной формы, то плотно уложить их в керновый ящик, как правило, не удастся, и длина керна оказывается завышенной.

Таким образом, при линейном методе определения выхода керна имеют место частые искажения данных, приводящих к неверным результатам при оценке мощности пласта и, следовательно, при подсчете запасов полезных ископаемых.

Тем не менее, в практике буровых работ данный способ определения выхода керна получил наиболее широкое распространение, что обусловлено его простотой и оперативностью.

Более надежными являются весовой или объемные методы оценки количества полученного кернового материала.

При весовом способе процент выхода керна  $B_k$  определяется следующим образом:

$$B_k = \frac{G_\phi}{G_T} \cdot 100\% = \frac{G_\phi}{\pi(r-t)^2 l_n \rho} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $G_{\text{ф}}$  – фактический вес кернового материала, полученного на интервале бурения, кг;  $G_{\text{т}}$  – теоретически (расчетный) вес керна с интервала  $l_{\text{и}}$ , кг;  $r$  – внутренний радиус коронки, м;  $t$  – величина зазора между керном и коронкой, м;  $l_{\text{и}}$  – длина пробуренного интервала, м;  $\rho$  – плотность материала керна на пробуренном интервале, кг/м<sup>3</sup>.

В том случае, когда в пробуренном интервале имеются слои пород с разной плотностью, расчет следует производить для каждого слоя, что практически сделать довольно-таки трудно. Весовой способ также имеет ряд существенных недостатков (неточность измерения из-за искажения массы керна в результате его смачивания буровым раствором, большая трудоемкость, чем при линейном способе и т.д.) и на практике редко используется.

Более простым методом определения выхода керна является объемный способ, для осуществления которого необходимо два мерных сосуда – ведро объемом  $Q$ , см<sup>3</sup> и мерный цилиндр (стакан). Извлеченную из колонковой трубы массу помещают в большой сосуд и заливают в него мерным цилиндром (стаканом) воду до заполнения всего объема сосуда. Если известны объем большого сосуда и объем залитой воды, то можно определить объем керновой массы:

$$V_{\text{к.ф}} = Q - q, \quad (3)$$

где  $V_{\text{к.ф}}$  – фактический объем керновой массы, см<sup>3</sup>;  $Q$  – объем большого сосуда, см<sup>3</sup>;  $q$  – объем доливаемой воды, см<sup>3</sup>.

Когда известны длина пройденного интервала и реальный диаметр обуриваемого коронкой столбика керна, то можно установить теоретический объем керна:

$$V_{\text{к.т}} = \frac{l_{\text{и}} \pi d_{\text{к}}^2}{4}, \quad (4)$$

где  $V_{\text{к.т}}$  – теоретический объем керна, см<sup>3</sup>;  $l_{\text{и}}$  – длина интервала бурения за рейс, см;  $d_{\text{к}}$  – диаметр керна, см.

Отсюда линейный выход керна (его фактическая длина) может быть установлен таким образом:

$$l_{\text{к.ф}}V_{\text{к.т}} = l_{\text{и}}V_{\text{к.ф}}, \quad (5)$$

откуда

$$l_{\text{к.ф.}} = \frac{l_{\text{и}}V_{\text{к.ф.}}}{V_{\text{к.т}}}, \quad (6)$$

или

$$l_{\text{к.ф.}} = \frac{4(Q - q)l_{\text{и}}}{l_{\text{и}}\pi d_{\text{к}}^2} = \frac{4(Q - q)}{\pi d_{\text{к}}^2}. \quad (7)$$

При выражении выхода керна в процентах можно воспользоваться следующей формулой:

$$B_{\text{к}} = \frac{l_{\text{к}}}{l_{\text{и}}} \cdot 100\% = \frac{4(Q - q)100\%}{\pi d_{\text{к}}^2 l_{\text{и}}}. \quad (8)$$

или

$$B_{\text{к}} = \frac{127,38(Q - q)}{d_{\text{к}}^2 l_{\text{и}}}. \quad (9)$$

Измерить выход разрушенного керна также можно с помощью мерных цилиндрических сосудов, имеющих внутренний диаметр равный диаметру обуриваемого коронкой керна. В цилиндр помещается выбуренный материал и устанавливается длина засыпанной части, т.е. длина полученного кернового материала  $l_{\text{к}}$ .

Под качеством получаемых образцов пород или полезных ископаемых при бурении скважин следует понимать степень отражения выбуренного материала его состояния в естественных условиях до извлечения из недр земной коры. Прежде всего, это относится к минеральному веществу, формирующего породу, или содержанию полезных компонентов и вредных примесей, сохранности или степени разрушенности (кусковатости) в результате воздействия целого ряда факторов, действующих на керна в процессе его формирования при бурении, сохранности структурных и текстурных характеристик и других петрографических и стратиграфических признаков. Необходимо также отметить, что качество кернового материала зависит как от

полноты выхода керна и его сохранности, так и от геологических признаков породы или полезного ископаемого и, прежде всего, от распределения компонентов полезного ископаемого в рудной массе, неоднородности её физико-механических свойств.

**Задание.** По исходным данным, приводимым в конце методических указаний (табл. 1), определить линейный выход керна по скважине № 1; линейную длину, а также процент выхода кернового материала с помощью весового и объемного метода по скважине № 2.

## **2. ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТЬ И МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА**

Судить о качестве выполнения работ не всегда удаётся только по проценту выхода керна. Бывают ситуации, когда даже при высоком выходе керна результаты оставляют желать лучшего и наоборот. Это может быть объяснено некоторыми обстоятельствами, связанными, главным образом, с характером получаемых проб, способом определения выхода керна в процентах и контролем за качеством выполняемых работ.

Одним из показателей качества керна является его кусковатость или раздробленность. Этот показатель оценивается обычно удельной кусковатостью, вычисляемой по формуле:

$$K_y = \frac{\sum K}{l_k}, \quad (10)$$

где  $\sum K$  – суммарное количество кусков керна;  $l_k$  – полная длина керна.

В схеме классификации пород по трудности отбора керна, включающей пять классов горных пород, количественная оценка трещиноватости подразделяется на три группы с учетом дополнительного фактора – характеристики степени нарушенности керна, выраженной отношением длины каждого куска керна  $l'_k$  к диаметру керна  $d_k$  ( $l'_k/d_k$ ). Это отношение указывает на возможность (или обязательное существование) явлений, связанных с разрушением кернового материала (самозаклинивание керна, его избирательное перетирание, возникновение «эффекта бесшаровой

мельницы»). Характеристики горных пород по трещиноватости приводятся в приложении данных методических указаний (табл. 5).

Условно оценить качество керна можно с помощью показателя его сохранности:

$$\eta = \frac{\sum l_{\kappa}}{l_p}, \quad (11)$$

где  $\sum l_{\kappa}$  – суммарная длина ненарушенных столбиков или кусков керна цилиндрической формы;  $l_p$  – длина пробуренного интервала скважины за рейс.

Необходимо отметить, что требуемая степень полноты выхода керна преимущественно устанавливается неравномерностью (изменчивостью) распределения полезного компонента (или вредных примесей), а также избирательностью истирания и выноса рудного материала в процессе бурения скважин.

Степень неравномерности оруденения можно оценить с помощью коэффициента равномерности распределения полезных ископаемых:

$$k_p = \frac{C_{\text{cp}}}{C_{\text{M}}} \cdot 100\%, \quad (12)$$

где  $C_{\text{cp}}$  – среднее содержание полезного компонента;  $C_{\text{M}}$  – максимальное содержание полезного компонента.

Степень избирательности истирания полезного компонента в кернах  $n_{\text{и}}$  определяется по следующему отношению:

$$n_{\text{и}} = \frac{\delta_1}{\delta_2}, \quad (13)$$

где  $\delta_1$  – доля истертого керна с максимальным содержанием полезного компонента  $C_{\text{M}}$  в пробуренном интервале;  $\delta_2$  – доля истертого керна со средним содержанием полезного компонента  $C_{\text{cp}}$  в пробуренном интервале.

Величину  $n_{\text{и}}$  можно определить, воспользовавшись следующей формулой:



$$n_{и} = \frac{B_{к}(C_{ср} - C_{к})}{(100 - B_{к})(C_{м} - C_{ср})}, \quad (14)$$

где  $C_{к}$  – содержание полезного компонента в пробе.

Для конкретного месторождения (конкретного типа руд) минимально допустимый выход керна можно определить с помощью следующей формулы:

$$B_{к \min} = \frac{(1 - k_{р})n_{и}100\%}{(1 - k_{р})n_{и} + k_{р}q_{доп}}, \quad (15)$$

где  $q_{доп}$  – допустимая погрешность керновых проб (5÷10 %).

Помимо формулы (15) вычислить минимально допустимый выход керна также можно по нижеприведенному выражению:

$$B_{к \min} = \frac{(k_{н} - 1)n_{и}100\%}{(k_{н} - 1)n_{и} + q_{доп}}, \quad (16)$$

Данные по значениям показателей неравномерности  $k_{н}$  и степени избирательного истирания  $n_{и}$  различных видов полезных ископаемых приводятся в приложении данных методических указаний (табл. 4).

**Задание.** По исходным данным (табл. 2) и приложениям (табл. 4 и 5), приводимым в конце методических указаний, определить удельную кусковатость керна и подгруппу горных пород по трещиноватости; выбрать значения показателя неравномерности и степени избирательного истирания и рассчитать минимально допустимый выход керна.

### 3. САМОЗАКЛИНИВАНИЕ КЕРНА

При колонковом бурении скважин существенным фактором, влияющим на производительность труда, качество и количество извлекаемого керна, является самозаклинивание керна. Данное осложнение приводит к прекращению углубки скважины и преждевременному подъему колонкового снаряда.

Самозаклинивание керна в значительной степени зависит от физико-механических свойств пород (степень устойчивости, трещиноватость и т.д.) и некоторых технико-технологических

причин (способ бурения скважин, применяемый породоразрушающий инструмент, качество очистного агента и т.д.). Наиболее повышенная вероятность самозаклинивания керна встречается при проходке пластов пород под острым углом к плоскостям делимости. В данном случае образуются кусочки керна с клиновидной формой (рис. 1, а).

На рисунке 1 представлена схема самозаклинивания керна. В процессе бурения под влиянием сжимающей силы  $P$ , действующей со стороны верхнего куска керна на нижний, будет возникать реакция  $N$ , а на стенку колонковой трубы – нормальная распорная сила  $Q$ . Помимо этого, перемещению кусков керна относительно друг друга и керна относительно колонковой трубы будет препятствовать силы трения  $\tau$  и  $\tau_1$ , появляющиеся на контактных поверхностях.

Силы трения  $\tau$  и  $\tau_1$  можно вычислить следующим образом:

$$\tau = Qf; \tau_1 = Nf_1, \quad (17)$$

где  $f, f_1$  – соответственно коэффициенты трения на контактах керн-керноприемная труба и керн-керна.

При нахождении сил, действующих в определенном сечении, можно полагать, что сцепление на контакте керн-керноприемная труба обеспечивается силами трения и движение керна относительно стенки трубы исключено.

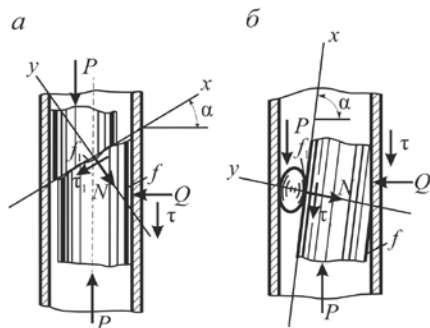


Рис. 1. Схема самозаклинивания керна в колонковой трубе:

а – в трещиноватых породах; б – в абразивных породах

Прикладываемая к торцу нижнего куска керна сила  $P$  может измениться от минимального значения, связанного с весом

вышележащего кернового материала, до максимального значения, обусловленного осевой нагрузкой на коронку. В связи с тем, что сцепление керна со стенкой колонковой трубы вызвано силами трения, то для продвижения керна необходимо выполнения следующего условия:

$$P > \tau; P > Qf. \quad (18)$$

При рассмотрении системы сил, определяющих условия самозаклинивания, в равновесии ( $\Sigma F_x = 0$  и  $\Sigma F_y = 0$ ) можно найти распорную силу  $Q$  и максимально допустимый коэффициент трения на контакте керна-керноприемная труба, при котором исключается заклинивание керна в колонковой трубе:

$$Q = P \frac{\operatorname{tg}\alpha - f_1}{1 + f_1 \operatorname{tg}\alpha}; \quad (19)$$

$$f \leq \frac{1 + f_1 \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\alpha - f_1}, \quad (20)$$

где  $\alpha$  – угол, под которым расколот образец керна.

**Задание.** По исходным данным, приводимым в конце методических указаний (табл. 3), определить распорную силу и максимально допустимое значение коэффициента трения на контакте керна-керноприемная труба, которое исключает заклинивание керна в колонковой трубе.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Таблица 1

### Определение процента выхода керна

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина извлекаемого керна по скважине № 1, м	1,35	2,70	4,05	1,20	2,65	4,40	1,05	2,80	4,15	1,30
Длина пройденного интервала или величина углубки скважины № 1 за рейс, м	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5	1,5
Фактический вес керна материала, полученного на интервале бурения скважины № 2, кг	5,88	2,69	17,47	8,24	2,45	22,71	3,93	5,71	8,42	7,09
Внутренний диаметр коронки, мм	44	58	75	58	44	75	44	58	75	58
Длина пробуренного интервала по скважине № 2, м	4,5	1,5	3	4,5	1,5	4,5	3	4,5	1,5	3
Плотность материала керна на пробуренном интервале, г/см <sup>3</sup>	2,20	2,10	2,30	2,05	2,25	2,00	2,15	2,30	2,20	2,10
Объем большого сосуда, л	5	3	8	5	3	12	4	5	7	4
Объем доливаемой воды, см <sup>3</sup>	2328	1718	402	982	1911	646	2172	2519	3172	625
Диаметр керна, мм	41	55	71	54	41	72	42	53	73	52

Окончание таблицы 1

Параметр	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Длина извлекаемого керна по скважине № 1, м	1,25	2,75	3,95	1,15	2,55	4,35	0,95	2,60	4,10	1,10
Длина пройденного интервала или величина углубки скважины № 1 за рейс, м	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5	1,5	3,0	4,5	1,5
Фактический вес керна материала, полученного на интервале бурения скважины № 2, кг	7,84	2,39	13,93	6,34	2,14	20,88	3,04	6,16	5,66	9,76
Внутренний диаметр коронки, мм	44	58	75	58	44	75	44	58	75	58
Длина пробуренного интервала по скважине № 2, м	4,5	1,5	3	4,5	1,5	4,5	3	4,5	1,5	3
Плотность материала керна на пробуренном интервале, г/см <sup>3</sup>	2,20	2,10	2,30	2,05	2,25	2,00	2,15	2,30	2,20	2,10
Объем большого сосуда, л	5	3	8	5	3	12	4	5	7	5
Объем доливаемой воды, см <sup>3</sup>	1437	1860	1945	1910	2050	1561	2587	2321	4427	351
Диаметр керна, мм	41	55	71	54	41	72	42	53	73	52

Таблица 2

**Представительность и минимально необходимое количество кернового материала**

<b>Вариант 1</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	12
Полная длина керна, м	3,3
Средняя длина каждого куска керна, см	26
Диаметр керна, мм	55
Допустимая погрешность керновых проб	0,05
Группы руд	Сплошные массивные
Тип руды	Мономинеральные
<b>Вариант 2</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	17
Полная длина керна, м	2,1
Средняя длина каждого куска керна, см	12
Диаметр керна, мм	71
Допустимая погрешность керновых проб	0,07
Группы руд	Прожилково- и слоисто-вкрапленные
Тип руды	Штокверковые месторождения
<b>Вариант 3</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	31
Полная длина керна, м	1,9
Средняя длина каждого куска керна, см	6
Диаметр керна, мм	70
Допустимая погрешность керновых проб	0,08
Группы руд	Полосчатые и переслаивающиеся
Тип руды	Переслаивающиеся
<b>Вариант 4</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	46
Полная длина керна, м	2,4
Средняя длина каждого куска керна, см	5,5
Диаметр керна, мм	54
Допустимая погрешность керновых проб	0,06
Группы руд	Полосчатые и переслаивающиеся
Тип руды	Переслаивающиеся

<b>Вариант 5</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	14
Полная длина керна, м	2,9
Средняя длина каждого куска керна, см	20
Диаметр керна, мм	42
Допустимая погрешность керновых проб	0,05
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Массивные изверженные
<b>Вариант 6</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	43
Полная длина керна, м	1,3
Средняя длина каждого куска керна, см	3
Диаметр керна, мм	69
Допустимая погрешность керновых проб	0,08
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Массивные осадочные породы
<b>Вариант 7</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	36
Полная длина керна, м	2,0
Средняя длина каждого куска керна, см	5,5
Диаметр керна, мм	53
Допустимая погрешность керновых проб	0,09
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Жилы
<b>Вариант 8</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	47
Полная длина керна, м	3,1
Средняя длина каждого куска керна, см	6,5
Диаметр керна, мм	71
Допустимая погрешность керновых проб	0,06
Группы руд	Сплошные массивные
Тип руды	Полименеральные

<b>Вариант 9</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	52
Полная длина керна, м	2,1
Средняя длина каждого куска керна, см	4
Диаметр керна, мм	51
Допустимая погрешность керновых проб	0,07
Группы руд	Прожилковые
Тип руды	Прожилково-гнездовые
<b>Вариант 10</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	26
Полная длина керна, м	2,1
Средняя длина каждого куска керна, см	8
Диаметр керна, мм	42
Допустимая погрешность керновых проб	0,08
Группы руд	Прожилковые
Тип руды	Прожилковые
<b>Вариант 11</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	35
Полная длина керна, м	2,8
Средняя длина каждого куска керна, см	8
Диаметр керна, мм	53,5
Допустимая погрешность керновых проб	0,06
Группы руд	Полосчатые и переслаивающиеся
Тип руды	Переслаивающиеся
<b>Вариант 12</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	12
Полная длина керна, м	1,5
Средняя длина каждого куска керна, см	12,5
Диаметр керна, мм	71
Допустимая погрешность керновых проб	0,05
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Массивные изверженные



<b>Вариант 13</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	19
Полная длина керна, м	1,7
Средняя длина каждого куска керна, см	9
Диаметр керна, мм	53,5
Допустимая погрешность керновых проб	0,06
Группы руд	Сплошные массивные
Тип руды	Мономинеральные
<b>Вариант 14</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	41
Полная длина керна, м	1,9
Средняя длина каждого куска керна, см	4,5
Диаметр керна, мм	53
Допустимая погрешность керновых проб	0,07
Группы руд	Полосчатые и переслаивающиеся
Тип руды	Переслаивающиеся
<b>Вариант 15</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	23
Полная длина керна, м	1,4
Средняя длина каждого куска керна, см	6
Диаметр керна, мм	41,5
Допустимая погрешность керновых проб	0,08
Группы руд	Прожилково- и слоисто-вкрапленные
Тип руды	Штокверковые месторождения
<b>Вариант 16</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	11
Полная длина керна, м	3,3
Средняя длина каждого куска керна, см	30
Диаметр керна, мм	54,5
Допустимая погрешность керновых проб	0,05
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Жилы

<b>Вариант 17</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	12
Полная длина керна, м	2,2
Средняя длина каждого куска керна, см	14
Диаметр керна, мм	71
Допустимая погрешность керновых проб	0,09
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Массивные осадочные породы
<b>Вариант 18</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	9
Полная длина керна, м	2,4
Средняя длина каждого куска керна, см	27
Диаметр керна, мм	53
Допустимая погрешность керновых проб	0,07
Группы руд	Сплошные массивные
Тип руды	Полименеральные
<b>Вариант 19</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	49
Полная длина керна, м	2,7
Средняя длина каждого куска керна, см	5,5
Диаметр керна, мм	70
Допустимая погрешность керновых проб	0,08
Группы руд	Прожилково- и слоисто-вкрапленные
Тип руды	Линейно вытянутые зоны трещиноватости
<b>Вариант 20</b>	
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Суммарное количество кусков керна, шт	17
Полная длина керна, м	1,4
Средняя длина каждого куска керна, см	8
Диаметр керна, мм	53
Допустимая погрешность керновых проб	0,06
Группы руд	Вкрапленные
Тип руды	Массивные изверженные

Таблица 3

## Самозаклинивание керна

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сила, прикладываемая к торцу нижнего куска керна, даН	1000	840	1050	730	1300	870	1000	950	1100	650
Угол, под которым расколот образец керна, град.	25	30	35	40	45	50	55	60	25	30
Коэффициент трения на контакте керн-керн	0,50	0,58	0,54	0,60	0,52	0,56	0,67	0,69	0,57	0,65
Параметр	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Сила, прикладываемая к торцу нижнего куска керна, даН	1050	1150	600	1200	850	700	1060	940	680	750
Угол, под которым расколот образец керна, град.	35	40	45	50	55	60	25	30	35	40
Коэффициент трения на контакте керн-керн	0,70	0,59	0,64	0,51	0,62	0,53	0,55	0,63	0,68	0,61

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 4

**Значения показателей неравномерности  $k_n$  и степени избирательного истирания  $n_i$  различных видов полезных ископаемых, % [8]**

Группы руд	Типы руд	Характерные примеры руд и месторождений	$k_n$	$n_i$
Сплошные массивные	Мономинеральные	Сплошные маргитовые, магнетитовые, гидрогематитовые и другие богатые железные руды Криворожского типа; сплошные мономинеральные руды Камской соли; бокситы Боксонского месторождения; тальк Алгуйского месторождения	1,2±10	40±15
	Полиминеральные	Сплошные колчеданные медные и медноцинковые месторождения уральского типа; сплошные полиметаллические руды Горевского, Риддер-Сокольного и других месторождений, апатиты Ошкурковского месторождения	4±10	15±10
Вкрапленные	Массивные изверженные и осадочные породы	Вкрапленные руды полиметаллических месторождений Сдовое, Миргилимсай; Медные руды Алмалыка; редкометалльных месторождений Белозиминского, Африкандского и др.	2,5±10 6,5±10	20±10 7±5
	Жилы и дайки	Руды жильных золоторудных месторождений Средней Азии, Забайкалья, Якутии; оловянных и вольфрамовых месторождений Приморья, Якутии	16±5	5±4
Прожилково- и слоисто-вкрапленные	Штокверковые месторождения	Руды вольфрамовых, молибденовых месторождений Забайкалья, Казахстана и Средней Азии	6,5±5	10±8
	Линейно вытянутые зоны трещиноватости	Руды полиметаллических месторождений Алтая, Средней Азии, Прибайкалья; оловянных месторождений Комсомольского района; ртутных месторождений Гермес-Хая и частично Никитовки	8,3±6	10±8

Окончание таблицы 4

Группы руд	Типы руд	Характерные примеры руд и месторождений	$k_n$	$n_i$
Прожилковые, полосчатые и переслаивающиеся	Прожилковые	Медные руды месторождения Дальнего; никель-кобальтовые руды Тувинской республики; асбестовое месторождение Тарбальджой, Ингоза, Хрустальное; месторождения золота Советское, Коммунар	$3,3 \pm 15$	$25 \pm 15$
	Переслаивающиеся и полосчатые	Железистые кварциты Кольского полуострова, Кривого Рога; сферосидериты Дагестана	$1,7 \pm 10$	$30 \pm 15$
	Прожилково-гнездовые	Руды ртутных месторождений Средней Азии (Хайдаркан, Акташ, Чаувай), отдельных участков Никитовки; Мусковит Луговского, Чуйского и Согдиондонского месторождений	$20 \pm 10$ $6,5 \pm 5$	$4 \pm 3$ $8 \pm 5$

Таблица 5

## Характеристика подгруппы горных пород по трещиноватости [2]

Подгруппа	$K_y$ , шт./м	Диаметр зерна $d_k$ , см	Средняя длина куска зерна $l'_k$ , см	Отношение $l'_k/d_k$	Характеристика степени нарушенности зерна
1	$1 \div 10$		20,0	$> 2,5$	Слабо нарушен (длина кусков существенно больше диаметра $l_k \gg d_k$ )
2	$11 \div 30$	2,2 - 7,3	5,0	$0,6 \div 2,5$	Нарушен (длина кусков в большинстве случаев больше диаметра $l_k > d_k$ )
3	$\geq 31$		$< 1,5$	$< 0,6$	Сильно нарушен (длина кусков существенно меньше диаметра $l_k \ll d_k$ )

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев И.С.* Справочник по бурению геологоразведочных скважин / И.С. Афанасьев, Г.А. Блинов, Н.Н. Бухарев и др. СПб.: ООО «Недра», 2000. 712 с.
2. *Власюк В.И.* Бурение и опробование разведочных скважин: Учебное пособие для вузов / В.И. Власюк, А.Г. Калинин. М.: Изд-во ЦентрлитНефтеГаз, 2008. 560 с.
3. *Калинин А.Г.* Разведочное бурение: Учебник / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский, Н.В. Соловьев. М.: Недра, 2000. 748 с.
4. *Нескоромных В.В.* Бурение скважин: учебное пособие / В.В. Нескоромных. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. 400 с.
5. *Нескоромных В.В.* Направленное бурение и основы кернометрии: Учебное пособие / В.В. Нескоромных. Красноярск: СФУ, 2012. 328 с.
6. *Соловьев Н.В.* Бурение разведочных скважин: Учебник для вузов / Н.В. Соловьев, В.В. Кривошеев, Д.Н. Башкатов и др. М.: Высш. шк., 2007. 904 с.
7. *Сулакшин С.С.* Бурение геологоразведочных скважин: Учебник для вузов / С.С. Сулакшин. М.: Недра, 1994. 432 с.
8. *Сулакшин С.С.* Способы, средства и технологии получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие / С.С. Сулакшин. Томск: Издательство НТЛ, 2000. 284 с.

## Содержание

Предисловие.....	3
1. Определение процента выхода керна .....	4
2. Представительность и минимально необходимое количество кернового материала .....	7
3. Самозаклинивание керна .....	9
Варианты заданий.....	12
Приложение .....	20
Библиографический список.....	22