

Фалалеев Г.Н., Омуралиев С.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЛИНКИ ТРЕНИЯ ЗОН РАЗЛОМОВ

УДК 624.131.23.

В статье приводятся результаты исследований фильтрационных свойств глинки трения

Установлены зависимости коэффициента фильтрации от вертикального давления.

In article results of researches of filtrational properties clay friction are resulted.

Dependences of factor of a filtration on vertical pressure are established.

В настоящее время современный уровень развития открытых горных работ характеризуется интенсивным освоением нагорных месторождений в сложных инженерно-геологических, гидро-геологических и геомеханических условиях. Наиболее важным фактором, влияющим на эффективность открытых разработок, является обводненность бортов карьеров и отвалов. Борьба с поверхностными и подземными водами ведется в основном посредством проведения различного рода дренажных мероприятий [1], затраты на которые, весьма значительны. Особенно эти мероприятия необходимы при отработке карьерных полей в зонах тектонических нарушений, где породы сильно трещиноваты, раздроблены и растерты до глинки трения.

В данной статье приводятся результаты лабораторных исследований фильтрационных свойств глинки трения из зон разломов рудника Кумтор.

1. Методика определения фильтрационных свойств глинки трения

Для обоснованного выбора и расчета дренажа бортов карьера рудника Кумтор Заказчиком (Центера Голд) были предоставлены 7 проб глинки трения из зон разломов с различной глубины разведочных скважин.

По представленным пробам необходимо было определить коэффициент фильтрации под нагрузками 0,5; 1,0; 1,5 МПа.

Коэффициент фильтрации является основной геомеханической характеристикой при расчетах дренажа карьерных полей, определяющей водопроницаемость горных пород.

Значения коэффициента фильтрации испытуемых образцов определяли в лабораторных условиях по изложенной ниже методике на компрессионно-фильтрационном приборе полевой лаборатории ПЛЛ-9. Максимальная вертикальная нагрузка по паспорту для этого прибора не превышает 0,6 МПа. Было решено провести опыты на фильтрацию при нагрузках 0,1 МПа, 0,2 МПа, 0,4 МПа и 0,5 МПа. Значения же коэффициента фильтрации при других требуемых более высоких нагрузках можно опреде-

лить по уравнению корреляции при статистической обработке.

Прежде всего из представленных проб были изготовлены образцы нарушенного строения определенного гранулометрического состава, так как грунт представлял собой обломки горных пород, перемешанных с глинистым материалом. Для изготовления образцов использовали грунт, просеянный через комплект сит, с размером фракций менее 2 мм. Далее грунт увлажняли, тщательно перемешивали до получения однородной массы и помещали в грунтоотборные гильзы. Из каждой пробы готовили не менее 3 образцов.

Вначале должны быть определены следующие водно-физические свойства: плотность грунта, плотность твердых частиц, естественная влажность, пористость.

Методики определения этих показателей широко известны, апробированы и регламентированы ГОСТами]. Не останавливаясь подробно на их изложении, приведем только краткие названия методов, используемых нами при проведении экспериментов и расчетные формулы.

Плотность грунта ρ определялась методом режущего кольца (ГОСТ 5180-84); плотность твердых частиц ρ_s определялась пикнометрическим методом ГОСТ 5180-84); естественная влажность W – весовым методом.

При установлении вышеотмеченных показателей по каждой пробе грунта проводилось по два параллельных определения, по результатам которых выводились средние значения.

Зная величины основных характеристик физических и водных свойств можно расчетным путем определить следующие характеристики грунтов.

1. Плотность скелета грунта ρ_d

$$\rho_d = \rho / (1 + 0.01 * W) \quad (1)$$

где W - природная влажность

2. Пористость грунта $n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$ (2)

3. Коэффициент пористости $e = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d$ (3)

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w} \quad (4)$$

4. Степень насыщения

где ρ_w -плотность воды, принимается 1 г./ см³

Значения водно-физических свойств проб грунтов приведены в табл.1.

Таблица 1

Водно-физические свойства образцов глинки трения

№ пробы	Плотность, г/см ³	Влажность, %	Плотность твердых частиц, г/см ³	Пористость, %
1	2,28-2,32	15,3	2,81	29
2	2,25-2,28	14,3	2,80	29
3	2,14-2,19	9,8	2,73	28
4	2,07-2,09	12,0	2,72	32
5	2,20-2,22	10,0	2,85	25
6	1,84-2,00	15,4	2,70	37
7	2,04-2,10	13,2	2,37	23

Подготовленные образцы проб глинки трения подвергали напорной фильтрации при различных гидравлических градиентах и вертикальных нагрузках.

Ниже излагается краткое описание этой методики.

Компрессионно-фильтрационный прибор жестко устанавливали на горизонтальной поверхности. Воронку для подачи воды укрепляли на стойке струбины и раздвигали стойку настолько, чтобы расстояние от верхней черты на стеклянной трубке под воронкой до оси верхней выводной трубки из компрессионного прибора равнялось заданному заранее напору H . Нами были приняты 3 величины напора H : 40 см, 50 см и 60 см.

Гильзу с образцом грунта устанавливали в приборе так же, как и при компрессионных испытаниях. При этом должно быть обеспечено плотное соединение торцов гильзы с нижней и верхней частями прибора с помощью пластилина.

После установки образца из нижней части прибора удаляли воздух, пропуская через нее воду, заливаемую в воронку. После этого выводную трубку закрывали зажимом, воронку доливали водой доверху и увлажняли испытуемый образец, пропуская воду снизу вверх до полного насыщения грунта, о чем свидетельствовало появление воды в верхней части прибора.

С помощью рычажного устройства прикладывали к образцу заданную вертикальную нагрузку и выдерживали под ней образец до условной стабилизации осадки. Стабилизация считалась законченной, если деформации образца от нагрузки не превышали 0,01 мм за 15-18 часов. Наблюдения за показаниями индикаторов часового типа ИЧ-10 вели через 30 сек; 1; 2; 5; 10; 20; 30 мин.и в дальнейшем через каждый час до конца рабочего дня. Далее

отсчеты снимались через 8 часов. Затем открывали кран у воронки и подвергали образец напорной фильтрации при определенном напоре H , отсчитывая последний от верхней части на стеклянной трубке до оси верхней выводной трубки. Отмечали с помощью секундомера время, в течение которого уровень воды в трубке понизится на определенную величину y , равную 5 см. Для каждого образца опыт повторяли не менее 3 раз.

Величину коэффициента фильтрации K вычисляли по формуле:

$$K=0,01565B/(t \iota) \quad (5)$$

где K -коэффициент фильтрации при температуре 10⁰, см/сек;

t -продолжительность опыта, сек.;

$$B=[-\ln(1-y/H)] \quad (6)$$

$\iota=0,7+0,03T$ -поправка на температуру воды (по Хазену);

y -падение уровня воды в напорной трубке, см;

H -первоначальная высота напора, см.

Величина коэффициента B при разных значениях y , H и величина температурных поправок по Хазену (приведены в таблицах к инструкции по эксплуатации прибора).

2. Результаты испытаний

Исследованию были подвергнуты пробы глинки трения разломов, отобранные с различных глубин из керна скважин.

Основная цель проведенных экспериментальных исследований –установление закономерностей изменения фильтрационных свойств проб глинки трения в зависимости от их напряженного состояния. Результаты испытаний представлены в табл.2 и на рис 1. и 2.

Таблица 2

Результаты определения фильтрационных свойств проб глинки трения

№ пробы	Коэффициент фильтрации K_f (м/сут) при различных вертикальных давлениях P_e , МПа			
	0,1	0,2	0,4	0,5
1	0,00022	0,00019	0,00015	0,00014
2	0,0071	0,0057	0,0053	0,0034
3	0,302	0,273	0,237	0,196
4	0,00033	0,00022	0,00009	0,00008
5	0,085	0,072	0,013	0,008
6	0,544	0,393	0,244	0,216
7'	0,00774	0,00318	0,00201	0,00118

Экспериментальные данные хорошо аппроксимируются экспоненциальной зависимостью вида:

$$K_{\phi} = ae^{-bP_e}$$

где a и b –параметры уравнения связи,

P_e – вертикальное давление, МПа,

K_{ϕ} –коэффициент фильтрации, м/сут

Параметры уравнения этой кривой и коэффициент корреляции (r^2) приведены в табл 3.

Таблица 3

Параметры уравнения связи

№ пробы	Параметры уравнения связи		
	a	b	r^2
1	0,002	-1,1404	0,988
2	0,0083	-1,7368	0,986
3	0,3362	-1,006	0,960
4	0,0005	-3,7279	0,976
5	0,1949	-6,4381	0,968
6	0,6543	-2,324	0,981
7	0,261	-11,464	0,989

Для примера приведены графические зависимости коэффициента фильтрации от вертикального давления для пробы 6 (образцы 1 и 2).

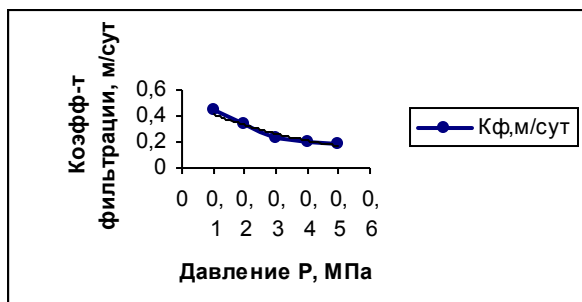


Рис.1. Зависимость коэффициента фильтрации от вертикального давления для пробы №6, образец 1.

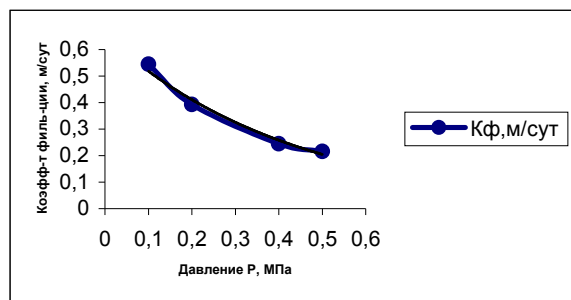


Рис.2. Зависимость коэффициента фильтрации от вертикального давления для пробы №6, образец 2.

Как видно из рис 1 и 2, экспериментальные точки достаточно тесно ложатся на теоретическую кривую $K_{\phi}-P_e$.погрешность не превышает 11 %.

Подобную зависимость использовали в работе [2] для описания результатов исследований по изучению влияния вертикального давления на коэффициент фильтрации лессовидных суглинков одного из рудных районов КМА (Курской магнитной аномалии).

Следовательно, с достаточной для технических целей точностью значения K_{ϕ} при дополнительных высоких давлениях можно определить путем экстраполяции теоретической кривой.

Выводы

В результате проведенных лабораторных исследований проб глинки трения из зон разломов установлено:

1. Величины коэффициента фильтрации резко уменьшаются с ростом вертикальных давлений, при этом зависимость носит экспоненциальный характер. При увеличении вертикального давления от 0,1 до 0,5 МПа коэффициент фильтрации уменьшается от 1,5 до 10 раз, что обусловлено различным содержанием глинистого материала в представленных пробах.
2. Установленная тесная корреляция между коэффициентом фильтрации и вертикальным давлением ($r^2=0,960\div 0,981$) позволяет определять значения коэффициента фильтрации при дополнительных высоких значений давления путем экстраполяции теоретических кривых.
3. Наибольшей водопроницаемостью ($K_{\phi} = 0,302-0,544$ м/сут) обладают образцы проб №3 и №6. Наименее водопроницаемы образцы проб №1 и №4 ($K_{\phi} = 0,00008-0,00014$ м/сут). Образцы проб №2, №5 и №7 характеризуются средними значениями водопроницаемости ($K_{\phi} = 0,0034-0,0085$ м/сут).
4. Все испытанные пробы глинки трения относятся к слабо –водопроницаемым, т.к. коэффициенты фильтрации не превышают 1 м/сут, что может сказаться на трудности дренажа.

Литература:

1. Фисенко Г.Л., Мироненко В.А. Дренаж карьерных полей. М.Недра, 1978, 185 с.
2. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах. Л.Недра, 1980, 320 с.