

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

2 (410)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2015 ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2015 г.

MARCH – APRIL 2015

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА

АЛМАТЫ, НАН РК

ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. М. Әділов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.** (бас редактордың орынбасары); геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспәев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. М. Адилов

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожаметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; докт. геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омисериков** (заместитель главного редактора); доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. наук **Х.А. Беспаяев**; доктор геол.-мин. наук **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчатов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д. Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук». ISSN 2224-5278

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

Zh. M. Adilov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.S. Beisenova, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr. geol-min. sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, dr. geol-min. sc., corr. member of NAS RK (deputy editor); **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr. eng. sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr. geol-min. sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol-min. sc., prof.; **Kh.A. Bespayev**, dr. geol-min. sc., academician of IAMR; **Zh.S. Sydykov**, dr. geol-min. sc., academician of AS KR; **N.M. Zhukov**, cand. geol-min. sc., prof.

Editorial staff:

T. Aliyev, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr. geol-min. sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr. geol-min. sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets**, dr. nat. sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 410 (2015), 56 – 61

**SOME FEATURES OF DETERMINING FILTRATION CAPACITY
OF THE SOIL OF LOW-PRESSURE EARTH DAMS**

**E. Zh. Murtazin, O. A. Kalugin, S. M. Kan,
V. D. Vyalov, O. V. Suldina, Sh. G. Kurmangaliyeva**

LLC "Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin", Almaty, Kazakhstan

Keywords: soils, coefficient of filtration, infiltration, capillary pressure, compression curve.

Abstract. In article considers methods of determining the equivalent capillary pressure for soils subjected a gravitational compaction in water basins, the particles which are not connected by cementation. Conducted laboratory research samples of a ground a natural intact structure, the results of which showed absence characteristic of the inflection points of compression. For determining the capillary pressure used graphical and calculation methods recommended in the works N. N. Verigin. Clarified the meaning of filtration coefficient for the low-pressure earth dams.

УДК 624.131.1

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ
НИЗКОНАПОРНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ ДАМБ**

**Е. Ж. Муртазин, О. А. Калугин, С. М. Кан,
В. Д. Вялов, О. В. Сульдина, Ш. Г. Курмангалиева**

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: грунты, коэффициент фильтрации, инфильтрация, капиллярное давление, компрессионная кривая.

Аннотация. В статье рассматриваются методы определения эквивалента капиллярного давления для грунтов, подвергшихся гравитационному уплотнению в водных бассейнах, частицы которых не связаны

между собой цементацией. Проведены лабораторные исследования образцов грунта естественной ненарушенной структуры, результаты которых показали отсутствие характерных точек перегиба кривой компрессии. Для определения величины капиллярного давления использованы графический и расчетный методы, рекомендованные в работах Н. Н. Веригина. Уточнено значение коэффициента фильтрации для низконапорных земляных плотин.

Движение воды в сухих породах называется инфильтрацией. Г. Н. Каменский [1] предлагает различать свободное просачивание и нормальную инфильтрацию. В первом случае при небольших количествах воды, поступающих в породу, движение воды идет при частичном заполнении пор водой, и основным фактором движения является сила тяжести.

При поступлении в породы значительных количеств воды просачивание осуществляется сплошным потоком, поры все заполнены водой, и на границе “мокрой” и “сухой” зон развиваются капиллярные силы, создающие в насыщенной зоне разряжение, под действием которого и совершается капиллярное всасывание. Сила всасывания характеризуется величиной капиллярного давления, которое ускоряет процесс инфильтрации.

Для водонасыщенных грунтов, с наличием в порах свободной гидравлически непрерывной воды, давление является одной из причин обуславливающих связность дисперсных грунтов. Действительно уплотнение грунта, до некоторой величины объема пор (коэффициента пористости), может быть достигнуто не только приложением внешней уплотняющей нагрузки, но и путем обезвоживания, когда объем грунта уменьшается под действием всестороннего капиллярного давления, т.е. давлением менисков воды по поверхности раздела воздух – вода.

В ряде практических приложений механики грунтов требуется знать порядок величин сил, действие которых может заменить связность грунта, обусловленную его уплотнением. Такими эквивалентными силами могут быть капиллярные, поэтому среднее значение этих сил и называется эквивалентом капиллярного давления. Эквивалент капиллярного давления можно определить несколькими способами: по компрессионной кривой (рисунок 1) нарушенной и естественной структуры и непосредственными измерениями на специальных приборах (одометрах). Первый способ применяется для грунтов, подвергшихся гравитационному уплотнению в водных бассейнах, и заключается в определении эквивалента капиллярного давления по величине природного коэффициента пористости и по главной ветви компрессионной кривой, исходя из выражения (1):

$$P_k = 0,8p_s, \quad (1)$$

где P_k – эквивалент капиллярного давления; P_s – уплотняющее давление.

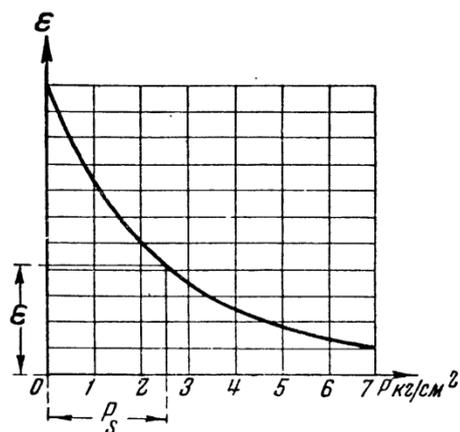


Рисунок 1 – Определение капиллярного давления по главной ветви компрессионной кривой

Второй способ определения эквивалента капиллярного давления применяется для грунтов, частицы которых не связаны между собой цементацией. Заключается он в непосредственном замере того давления, при котором образец грунта естественной ненарушенной структуры, заложенный в компрессионный прибор, начинает деформироваться при увеличении нагрузки в условиях невозможности его набухания. На компрессионной кривой (рисунок 2) точка перегиба будет приближенно определять величину эквивалента капиллярного давления P_k .

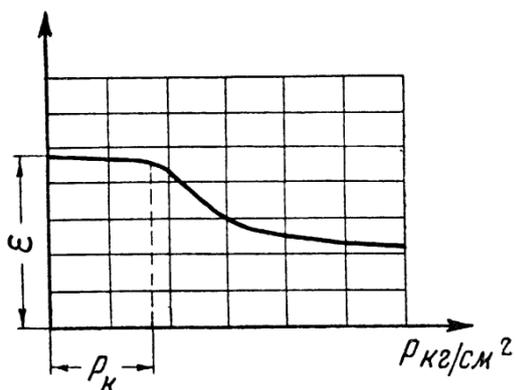


Рисунок 2 – Определение капиллярного давления в одометре по образцу грунта ненарушенной структуры в условиях невозможности его набухания

Движение подземных вод в условиях полного заполнения пор и трещин водой называется фильтрацией. Она протекает от мест с большим пьезометрическим напором к местам с меньшим напором. Разность пьезометрических напоров называется напорным градиентом. Одной из основных фильтрационных характеристик грунтов, используемых в инженерных расчетах, является коэффициент фильтрации, который для слабопроницаемых пород определяется методом инфильтрации при установившемся движении [2].

Н. Н. Биндеман [3] рекомендовал определять коэффициенты фильтрации суглинков и тяжелых супесей, обладающих высокой капиллярностью, методом Нестерова с учетом неустановившегося движения. Методика определения коэффициента фильтрации сводится к следующему. Для двух моментов времени t и t_1 определяется суммарное количество воды V и V_1 , просочившейся в грунт. В начале для расчета используется формула (2):

$$\frac{t}{t_1} = \alpha \frac{1 - \frac{H}{h} \ln \left(1 + \frac{H}{h}\right)}{1 - \frac{\alpha H}{h} \ln \left(1 + \frac{H}{\alpha h}\right)} \quad (2)$$

где $\alpha = \frac{V}{V_1}$; H – напор, равный сумме глубины воды в шурфе (H_0) и капиллярного давления (H_k); h – неизвестная глубина, на которую просачивалась вода от дна шурфа.

В формуле (2) неизвестным является отношение $\frac{h}{H}$, определяемое подбором. Для облегчения расчетов H и h Биндеманом рекомендован график зависимости $\frac{h}{H}$ от $\frac{t}{t_1}$, отвечающий соотношению $\alpha=2$, построенный для случая, когда за время t_1 объем просочившейся в грунт воды составляет половину поглощенной воды за время t всего опыта.

Коэффициент фильтрации определяется по формуле (3):

$$K = \frac{\beta V}{F t} \quad (3)$$

где

$$\beta = 1 - \frac{H}{h} \ln \left(1 + \frac{H}{h}\right) \quad (4)$$

F – площадь внутреннего кольца; V – объем воды, поступивший в грунт за время t .

В настоящее время, для определения значения коэффициента фильтрации (K_f) в не водоносных породах, проводят наливов воды в шурф методами А. К. Болдырева и Н. С. Нестерова [2].

Для проведения наливов следует выбрать участок, на котором уровень грунтовых вод залегает на глубине более 5 м, а изучаемая порода однородна по водопроницаемости.

Налив воды производится в приямок круглого сечения глубиной около 20 см, вырытый в дне шурфа. Стены закрепляются, дно выравнивается и покрывается защитным слоем из мелкого гравия до 2–3 см.

В приямке устанавливается рейка. Опыт ведут при постоянной высоте столба воды $h = 10$ см. Добавляют 2 л воды и следят, за какой промежуток времени этот объем воды просочится в грунт. Затем добавляют еще 1 л воды. Опыт ведется до стабилизации фильтрационного расхода воды.

Результаты лабораторных исследований образцов грунта естественной ненарушенной структуры (рисунок 2) показали отсутствие характерных точек перегиба кривой компрессии (рисунок 4).

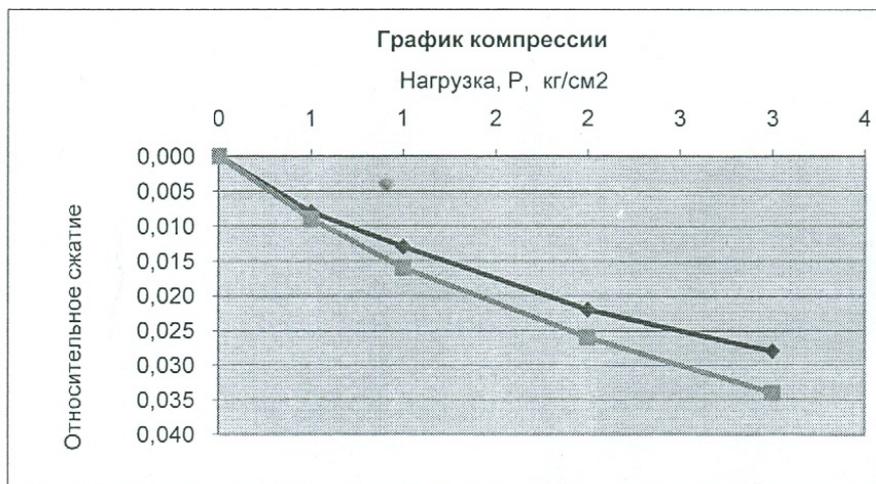


Рисунок 4 – Компрессионная кривая образца ненарушенной структуры шурфа № 1137, супесь твердая, возраст арQ

Величина капиллярного давления (H_k) определялась расчетами, исходя из формулы (7):

$$H_k = H_0 \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right). \quad (7)$$

В данном выражении α определяется зависимостью $\alpha f(\alpha_t, \mu)$ (8).

$$\alpha_t = t_1 / t_2 \quad (8)$$

и составляет – 0,35, время t_1 может быть любым с момента начала налива, но не слишком малым, при соблюдении условия, при котором градиент давления не должен превышать значения 2. Время t_2 должно соответствовать полной продолжительности опыта. Недостаток насыщения грунта определяется по результатам налива (9):

$$\mu = H_0 / h = 0,16 \quad (9)$$

Значение α снимается с графика (рисунок 5), приведенного в справочных пособиях [4], в рассматриваемом случае величина α составляет 0,4. Капиллярное давление соответственно $H_k = H_0 (1/\alpha - 1) = 1,5$.

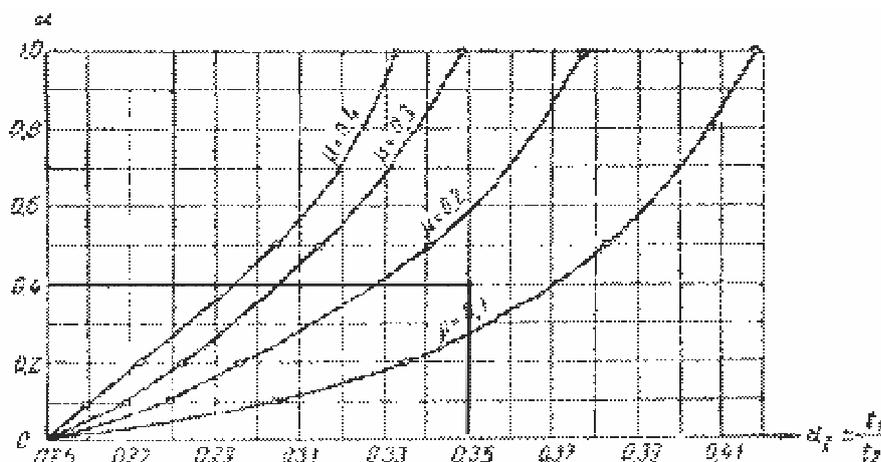


Рисунок 5 – График зависимости $\alpha = f(\alpha_t, \mu)$

Исходя из графика изменения фильтрационного расхода во времени (рисунок 6) установившийся расход составляет 0,024 л/мин.

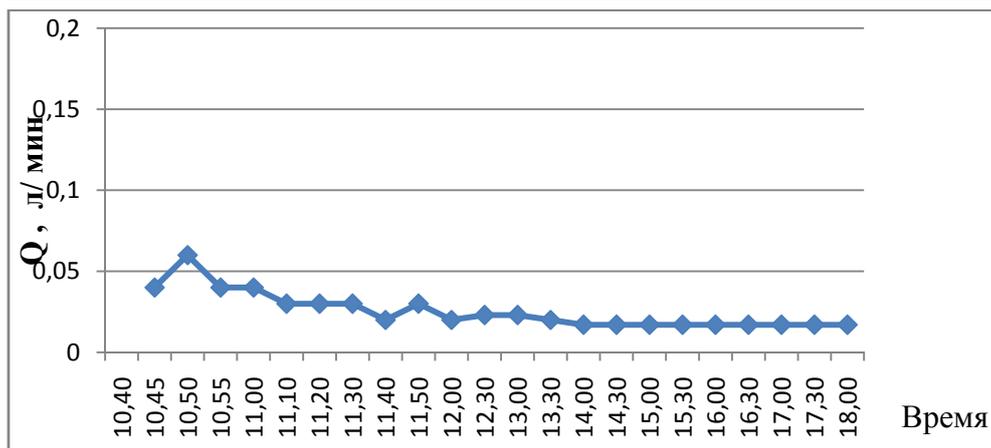


Рисунок 6 – График изменения фильтрационного расхода воды во времени

Согласно формуле (6) коэффициент фильтрации исследуемой дамбы имеет значение (10):

$$K = \frac{Qh}{F(H_0 + H_k + h)} = \frac{0,024 \cdot 0,6}{0,04 (0,1 + 0,15 + 0,6)} = 0,42 \text{ м/су} \quad (10)$$

Коэффициенты фильтрации песков в теле дамбы, по данным опытных наливов в шурфы, имеют следующие значения:

дамба водохранилища N 1 – 3,28 м/сут,

дамба водохранилища N 2 – 0,42 м/сут,

дамба водохранилища N 3 – 0,5–1,8 м/сут,

дамба пруда 1А – 1,44 м/сут,

дамба пруда 1Б – 0,42 м/сут.

В связи с тем, что коэффициенты фильтрации подстилающих пород низкие, изменения гидрогеологических условий на прилегающей к системе ПСК территории будет проходить в течение нескольких десятков лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидродинамика. – М.: Недра, 1993. – 413 с.
- [2] Цытович Н.А. Механика грунтов. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. – М., 1963. – 633 с.
- [3] Справочное руководство гидрогеолога. – Л.: Недра, 1967. – 591 с.
- [4] Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород. – М.: Государственное издательство по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 178 с.

REFERENCES

- [1] Basniev K.S., Kochin I.N., Maksimov V.M. Underground hydrodynamics. Moscow: Nedra, 1993. 413 p. (in Russ.).
- [2] Tsytovich N.A. Soil mechanics. State Publishing House for the construction, architecture and building materials. Moscow, 1963. 633 p. (in Russ.).
- [3] Reference Manual of hydrogeologist. Leningrad: Nedra, 1967. 591 p. (in Russ.).
- [4] Verigin N.N. Methods of determining the filtration properties mountain rocks. Moscow: State Publishing House for the construction, architecture and building materials, 1962. 178 p. (in Russ.).

ТӨМЕН ҚЫСЫМДЫ ГРУНТТАРДЫҢ ЖЕР БӨГЕТІН ФИЛЬТРЛЕУ МҮМКІНДІГІН АНЫҚТАУДЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Е. Ж. Мұртазин, О. А. Калугин, С. М. Кан, В. Д. Вялов, О. В. Сульдина, Ш. Г. Курмангалиева

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: грунттар, фильтрлеу коэффициенті, шоғырлану, капиллярлық қысым, қысық компресорлы.

Аннотация. Су бассейнінің гравитациялық нығыздануға ұшыраған, яғни кірігу өзара байланыспаған бөлшектері, грунт үшін капиллярлық қысымның эквивалентін анықтау әдістері мақалада қарастырылған. Табиғи бұзылмаған құрылымның грунт үлгілеріне зертханалық зерттеулер жүргізіліп, нәтижесінде майысу орнына тән қысық компрессияның жоқтығы көрсетілген. Капиллярлық қысымның көлемін анықтау үшін, Веригин Н.Н. еңбектерінде ұсынылған есеп айыру және графикалық әдістер қолданылған. Төмен қысымды жер бөгеті үшін фильтрлеу коэффициентінің мәні нақтыланған.

Поступила 07.04.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

geology-technical.kz

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.04.2015.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,4 п.л. Тираж 300. Заказ 2.