



ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

WATER PERMEABILITY OF ALLUVIAL DEPOSITS IN THE NORTH PART OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN

АИМБЕТОВ И.К.

Заведующий лабораторией геологии Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук, к.т.н., г. Нукус, Узбекистан, izzet_chf@mail.ru

AIMBETOV I.K.

The chief of the Geology Laboratory of the Karakalpakstan Research Institute of Natural Sciences, candidate of science (Technics), Nukus, Uzbekistan, izzet_chf@mail.ru

Ключевые слова:

Каракалпакстан; р. Амударья; водопроницаемость; аллювиальные отложения; поливная вода; засоление; засоленный грунт; карта-схема.

Key words:

Karakalpakstan; Amudarya River; water permeability; alluvial deposits; irrigation water; salinization; saline soil; sketch map.

Аннотация

В статье представлены результаты исследований водопроницаемости аллювиальных отложений северной части Каракалпакстана. Построены карты-схемы фильтрационных свойств засоленных грунтов для глубин 2, 5 и 10 м.

Введение

Республика Каракалпакстан расположена в северо-западной части Республики Узбекистан на площади 165,6 тыс. кв. км (37% территории Узбекистана) и занимает северо-западную часть пустыни Кызылкум, юго-восточную часть плато Устюрт, южную часть Аральского моря и дельту Амударьи. Площадь орошаемой территории Каракалпакстана составляет 500 тыс. га.

Полив сельхозкультур республики осуществляется водами реки Амударьи. В маловодные годы сельское хозяйство Каракалпакстана испытывает острую нехватку в воде. В то же время в сельском хозяйстве наблюдается большая потеря воды на фильтрацию. Например, в каналах, в основном проложенных в земляных руслах, за счет фильтрации теряется около 50% воды, поэтому коэффициент полезного действия оросительных систем в целом очень низок и составляет 0,54–0,56 (эти коэффициенты равны 0,90; 0,84 и 0,71–0,73 для магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных систем соответственно) [3, 5].

Использование несовершенных способов полива сельхозкультур приводит к непроизводительным потерям воды и инициирует засоление грунтов, в том числе почв.

Одной из экологических особенностей Республики Каракалпакстан является засоленность грунтов растворимыми солями. Причем в последние годы происходит их дополнительное засоление, что нарушает экологическое равновесие в регионе.

Исследования показывают, что 95% орошаемых земель Каракалпакстана засолены. В северной части республики запас солей в почвенном покрове (до глубины 0,3 м от поверхности) колеблется от 5,66 до 777,20 т/га, а в среднем составляет 109 т/га [1]. При этом для данного слоя наиболее засоленными являются территории, подвергающиеся интенсивной ирригации. Для слоя 0–10 м запас солей колеблется от 107,05 до 2466,05 т/га.

Abstract

The article presents research results of water permeability of alluvial deposits in the north part of Karakalpakstan. Sketch maps of the filtration properties of the saline soils for the depths of 2, 5 and 10 meters are constructed.



Интенсивная ирригация северной части Каракалпакстана приводит к поднятию грунтовых вод и росту их агрессивности. В результате увеличения последней происходит разрушение подземных частей зданий и подземных инженерных коммуникаций. Рост засоленности грунтов изменяет их физико-механические свойства, что затрудняет проектно-изыскательские работы.

В связи с вышеизложенным в настоящее время в Каракалпакстане необходимо совершенствовать управление водными ресурсами реки Амударья, что позволило бы более рационально использовать поливную воду, улучшать мелиоративное состояние орошаемой территории и предотвращать дальнейшее засоление грунтов.

На взгляд автора, инженерно-геологические исследования ирригационной зоны Каракалпакстана являются важнейшей научной составляющей в управлении рекой Амударьей, поскольку использование их результатов для районирования орошаемой территории по водно-физическим свойствам грунтов позволит разработать мероприятия по снижению потерь воды в каналах и по рассолению грунтов, а также более оптимально размещать сельхозкультуры в зависимости от их водопотребления.

В связи с этим целью данной работы является инженерно-геологическая оценка водопроницаемости грунтов ирригационной зоны северной части Каракалпакстана. В рамках поставленной цели решались следующие задачи: (1) провести полевые инженерно-геологические исследования в северной части Каракалпакстана; (2) выполнить лабораторные исследования по определению водопроницаемости грунтов, залегающих на данной территории на глубине 2, 5 и 10 м; (3) определить экспериментальные зависимости водопроницаемости этих грунтов от их физических свойств; (4) построить карты-схемы водопроницаемости грунтов рассматриваемого региона.

Методика исследований

В целях изучения водопроводимости грунтов северной части Каракалпакстана были проведены специальные исследования по определению коэффициента фильтрации грунтов, залегающих на глубине до 10 м. Площадь исследований составила 15 тыс. кв. км. Всего было пробурено 44 скважины до глубины 12 м. Расстояние между ними составляло 15–30 км.

Наиболее широко и повсеместно распространенным в низовьях Амударьи генетическим типом четвертичных отложений являются аллювиальные грунты, образующие древнюю и современную (сформировавшуюся

и формирующуюся) дельты этой реки. Результаты исследований показали, что грунты данной территории (до глубины 10 м) в основном представлены песками, супесями, суглинками и глинами аллювиального происхождения [2].

Из проб с нарушенной структурой формировались образцы для испытаний с плотностью, близкой к природной. В лабораторных условиях были определены значения коэффициента фильтрации для образцов грунтов, залегающих на глубинах 2, 5 и 10 м, с использованием прибора Литвинова. При этом в них создавалось вертикальное напряжение, равное природному давлению.

Поскольку при этом природная структура грунта все же отличалась от нарушенной, полученные в лабораторных опытах значения коэффициента фильтрации можно использовать лишь для сравнительного анализа, а не для прогнозных оценок водопроницаемости изучаемых грунтов. Наибольшие отклонения лабораторных данных по водопроницаемости от аналогичных характеристик грунтов естественного сложения будут отмечаться у суглинков и глин, а наименьшие — у песков.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены результаты лабораторных исследований водопроницаемости рассматриваемых грунтов и их физические свойства.

Результаты экспериментальных исследований показали, что водопроницаемость грунта зависит от его вида, литологического состава и физических свойств. Подтверждено, что для глинистых отложений коэффициент фильтрации K_ϕ зависит от числа пластичности. В результате статистической обработки результатов экспериментов были получены следующие зависимости K_ϕ (см/с) от числа пластичности I_p :
при коэффициенте пористости $0,65 \leq e_0 \leq 0,85$ и числе пластичности $10 \leq I_p \leq 17$

$$K_\phi = -1,05 \cdot 10^{-7} + 1,86 \cdot 10^{-6}/I_p; \quad (1)$$

при $0,55 \leq e_0 \leq 0,65$ и $3 \leq I_p \leq 14$

$$K_\phi = 9,02 \cdot 10^{-9} + 2,33 \cdot 10^{-7}/I_p; \quad (2)$$

при $0,45 \leq e_0 \leq 0,55$ и $2 \leq I_p \leq 14$

$$K_\phi = 3,50 \cdot 10^{-9} + 2,55 \cdot 10^{-7}/I_p. \quad (3)$$

Таблица 1

Минимальные и максимальные значения физических свойств и коэффициента фильтрации грунтов						
Грунт	Свойства после фильтрации				Число пластичности I_p , безразм.	Коэффициент фильтрации K_ϕ , см/с
	Плотность ρ , г/см ³	Влажность W , %	Плотность частиц ρ_s , г/см ³	Коэффициент пористости e_0 , безразм.		
Песок	1,85÷2,09	-	2,65÷2,67	0,45÷0,76	-	$4,0 \times 10^{-7} \div 6,5 \times 10^{-4}$
Супесь	1,81÷2,20	15,7÷28,8	2,68÷2,72	0,43÷0,85	1,50÷6,75	$9,0 \times 10^{-9} \div 3,2 \times 10^{-7}$
Суглинок	1,93÷2,23	17,3÷25,9	2,69÷2,73	0,43÷0,73	7,35÷15,2	$6,0 \times 10^{-9} \div 8,5 \times 10^{-8}$
Глина	1,76÷2,01	25,2÷37,9	2,73÷2,74	0,72÷1,06	16,2÷20,21	$2,25 \times 10^{-9} \div 1,8 \times 10^{-8}$

В среднем все результаты экспериментов (в диапазонах изменения коэффициента пористости $0,45 \leq e_0 \leq 0,85$ и числа пластичности $2 \leq I_p \leq 17$) аппроксимируются следующей функцией:

$$K_{\phi} = 8,73 \cdot 10^{-9} + 2,37 \cdot 10^{-7} / I_p, \quad (4)$$

Для песчаных грунтов подтверждено, что их водопроницаемость зависит от гранулометрического состава. Коэффициент пористости этих грунтов изменяется от 0,65 до 0,75. При линейной аппроксимации результатов экспериментов получена следующая функция, описывающая зависимость их коэффициента фильтрации от содержания глинистых частиц размером менее 0,1 мм:

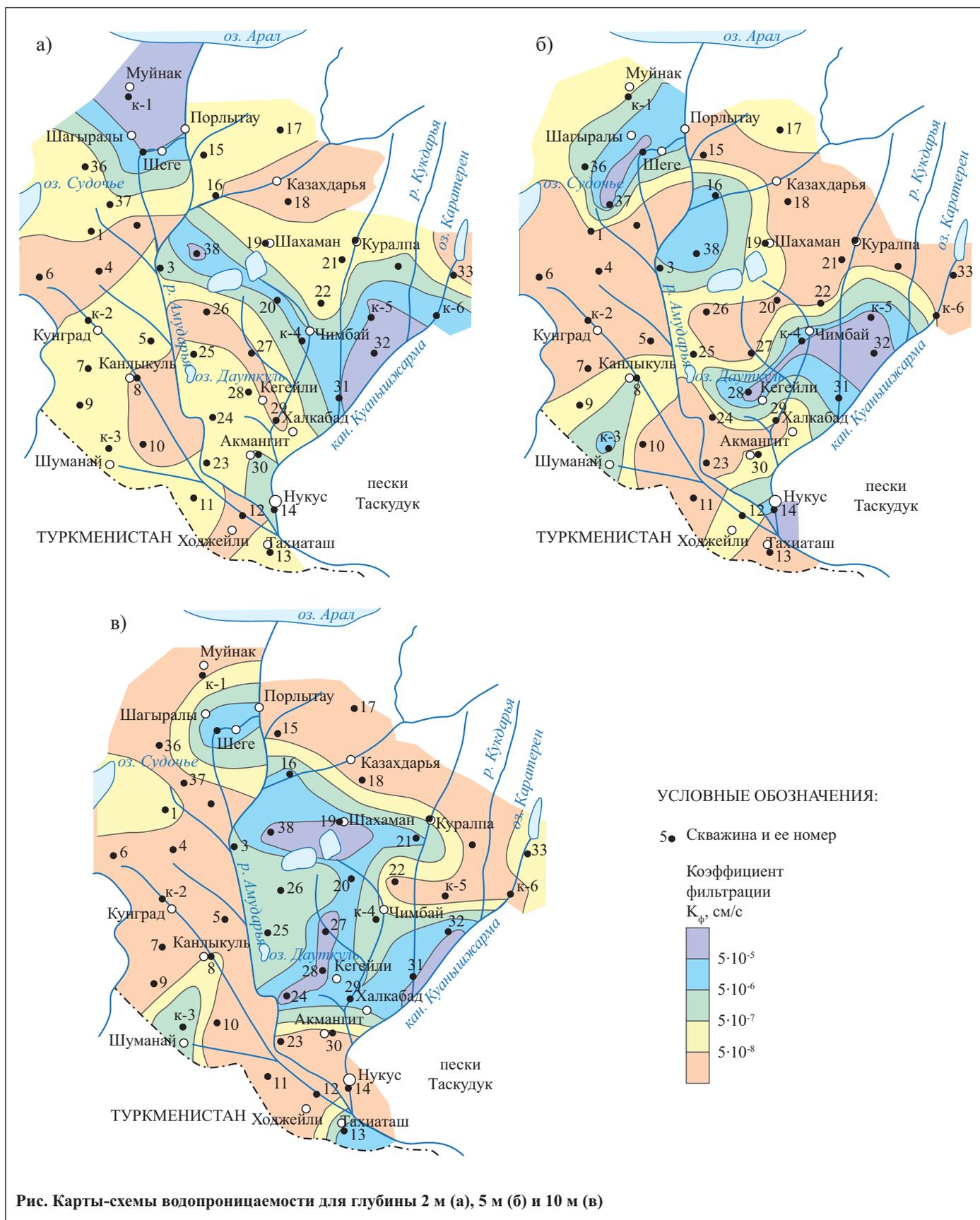


Рис. Карты-схемы водопроницаемости для глубины 2 м (а), 5 м (б) и 10 м (в)



$$K_{\phi} = 2,64 \cdot 10^{-4} - 6,33 \cdot 10^{-6} \cdot G, \quad (5)$$

где G — содержание (%) частиц размером менее 0,1 мм.

При линейной аппроксимации экспериментальных результатов для песчаных грунтов с коэффициентом пористости от 0,45 до 0,55 и содержанием глинистых частиц размером меньше 0,005 мм от 4,5 до 8,5% получена следующая зависимость:

$$K_{\phi} = 10^{-5} - 1,488 \cdot 10^{-7} \cdot G. \quad (6)$$

Зависимости (1)–(6) можно использовать при ориентировочной оценке водопроницаемости грунтов по их физическим свойствам.

По результатам указанных лабораторных экспериментов были построены карты-схемы водопроницаемости отложений, залегающих на глубинах 2, 5 и 10 м от поверхности земли (см. рисунок). Анализ результатов этих исследований показывает, что грунты в рассматриваемом районе обладают различными фильтрационными свойствами, что связано с разнообразием их литологического состава. Например, анализ карты А (см. рисунок) показывает, что наиболее водопроницаемые до глубины 2 м грунты находятся вокруг районных центров Караузякского и Чимбайского районов и южнее города Муйнака. Самые водонепроницаемые грунты находятся на территориях Ходжейлинского, Канлыкульского, Акмангитского районов, а также в северной части Чимбайского и в восточной части Муйнакского районов (на левобережье р. Амударья). Анализ карт-схем Б и В (см. рисунок) показывает, что с ростом глубины происходит увеличение площади более водопроницаемых грунтов.

В целях сравнительной оценки водопроницаемости слоев грунтов 0–2, 0–5 и 0–10 м была определена средневзвешенная величина коэффициента фильтрации по следующей формуле:

$$K_{\phi, \text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} K_{\phi i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^{i=n} h_i}, \quad (7)$$

где $K_{\phi i}$ — коэффициент фильтрации i -го слоя, м/сут; h_i — толщина i -го слоя, м; n — число слоев.

По формуле (7) были подсчитаны значения коэффициента фильтрации грунтов для всех скважин.

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа водопроницаемости грунтов правобережья и левобережья р. Амударья. Их анализ показывает, что до глубины 2 м отложения правобережья обладают меньшей водопроницаемостью, чем грунты левобережья. Для глубины же 5 и 10 м наблюдается обратная картина. Это связано с различными периодами осадконакопления. Данное обстоятельство необходимо учитывать при проектировании и реконструкции ирригационных каналов, управлении водными ресурсами и выборе вида сельскохозяйственных культур. Это позволит более рационально использовать водные ресурсы территории.

Грунты значительной части территории левобережья р. Амударья обладают относительно низкой водопроницаемостью, исключение составляет окрест-

Среднеарифметические значения средневзвешенных коэффициентов фильтрации грунтов $K_{\phi} \times 10^{-2}$ м/сут

Место исследования	Кол-во скважин	До глубины, м		
		2	5	10
Левобережье р. Амударья	19	2,82	1,54	1,42
Правобережье р. Амударья	25	0,65	2,20	3,86
По всем 44 скважинам		1,59	1,92	2,81

ность районного центра Шуманай, а также поселка Шеге Муйнакского района.

Рассмотренные особенности водопроницаемости грунтов северной части Каракалпакстана связаны с различиями в инженерно-геологическом строении и периодах накопления отложений, что необходимо учитывать при использовании водных ресурсов р. Амударья.

Выводы

Результаты инженерно-геологических исследований грунтов, залегающих до глубины 10 м на территории дельты р. Амударья, показали следующее.

1. Водопроницаемость грунтов изменяется по глубине и зависит от вида и физических характеристик отложений.
2. Грунты левобережья р. Амударья обладают меньшей водопроницаемостью, чем отложения правобережья.
3. Особенности инженерно-геологических условий дельты р. Амударья необходимо учитывать при проектировании, реконструкции ирригационных каналов, управлении водными ресурсами и выборе вида сельскохозяйственных культур. Это позволит более рационально использовать водные ресурсы данной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аимбетов И.К., Сейтаниязов Ш. Инженерно-геологическая оценка засоления левобережья Амударья северной части Каракалпакстана // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. 1993. № 1. С. 15–18.
2. Аимбетов И.К. Прогноз антропогенных составляющих засоления почвогрунтов Каракалпакстана // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. 1998. № 7. С. 15–18.
3. Байманов К., Камалов Т.К. Потери воды в каналах и их учет. Нукус, 1994. 160 с.
4. Богомолов Г.В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М.: Высшая школа, 1975. 318 с.
5. Кошекков Р.М. Современное состояние использования водных ресурсов в Республике Каракалпакстан // Вестник ККОАНРУз. 1999. № 1. С. 2–4.
6. Саманов Ж., Курбаниязов К., Палыбеков А., Ибрагимов Д. Геология и полезные ископаемые Каракалпаккии. Ташкент: Изд-во АН Узбекистана, 1972. 107 с.
7. Султанходжаев А.Н. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Узбекистана. Ташкент: Изд-во АН Узбекистана, 1964. Т. 2. 234 с.