

УДК 556.334.4

ХАРАКТЕР И ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ВАРИАЦИЙ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ПОРОД ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА НА ВОСТОКЕ ТАТАРСТАНА

Р.Х. МУСИН, Р.З. МУСИНА

*Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлёвская, 18; e-mail: Rustam.Musin@kpfu.ru*

Рассмотрены вариации водопроницаемости пород-коллекторов наиболее продуктивной на питьевые подземные воды части разреза в нефтеносном регионе Татарстана. Показано, что поровая скважность ответственна за коэффициенты фильтрации до 10 м/сут., тогда как более высокие значения водопроницаемости определяются трещинной скважностью. Выявлено, что главную роль в фильтрационной анизотропии разреза играют геоморфологические и геолого-структурные условия территории, а также фациальные особенности пород и глубина их залегания. На основе установленных закономерностей поведения фильтрационного поля проведён расчёт наиболее вероятных значений водопроницаемости пород-коллекторов для всевозможных условий залегания.

Ключевые слова: коэффициенты фильтрации; известняки; песчаники; фильтрационная анизотропия.

NATURE AND DEPENDENCE OF VARIATIONS OF WATER PERMEABILITY OF THE ROCKS OF THE ACTIVE WATER EXCHANGE ZONE ON THE EAST OF TATARSTAN

R.KH. MUSIN, R.Z. MUSINA

*Kazan (Volga region) Federal University
420008, Russian Federation, Kazan, Kremlyovskaya st., 18; e-mail: Rustam.Musin@kpfu.ru*

The variations of water permeability of the reservoir rocks with the most productive characteristics for the drinking ground water in the oil regions of Tatarstan are considered. The pore porosity is shown to be responsible for the filter coefficients to 6–10 m/day, whereas the higher values of permeability are determined by fractures porosity. The determining role in the anisotropy of the filtration anisotropy is taken by geomorphological and geological-structural conditions of the territory, and the facial features of the rocks and the depth of their occurrence. On the basis of the established regularities of the behavior of the filtration field, the most probable values of permeability of reservoir rocks for different conditions of their occurrence were calculated.

Key words: coefficients of filtration; limestone; sandstone; anisotropic filtration.

Зона активного водообмена восточной части Республики Татарстан сложена пермской полифациальной толщей, перекрытой плиоцен-четвертичными породами. Основание пермской толщи представлено сульфатно-карбонатными, а приповерхностная часть — карбонатно-терригенными, частично загипсованными образованиями. Общая их мощность достигает 400 м. Новейшие отложения максимальной мощностью (до 210 м) достигают в речных палео- и современных долинах, ширина которых обычно не превышает 10 км [3].

Комплекс пермских отложений определяет геоэкологические условия значительной по площади территории — тип и распределение месторождений полезных ископаемых, характер и интенсив-

ность проявления экзогенных процессов, буферные свойства геологической среды и т. д. Важнейший вид полезных ископаемых здесь — скопления подземных вод разнообразных составов и качества. Их ресурсный потенциал определяется скважностью водовмещающих пород, которая обуславливает и фильтрационные параметры среды.

Характер фильтрационной неоднородности пермских отложений рассматривается на основе изучения нижеказанского водоносного комплекса в Восточно-Закамском регионе Республики Татарстан, в пределах Южно-Татарского свода (ЮТС) Волго-Уральской антеклизы (рис. 1). В этом регионе площадью 20 тыс. км², характеризующимся промышленной нефтеносностью, нижеказанский

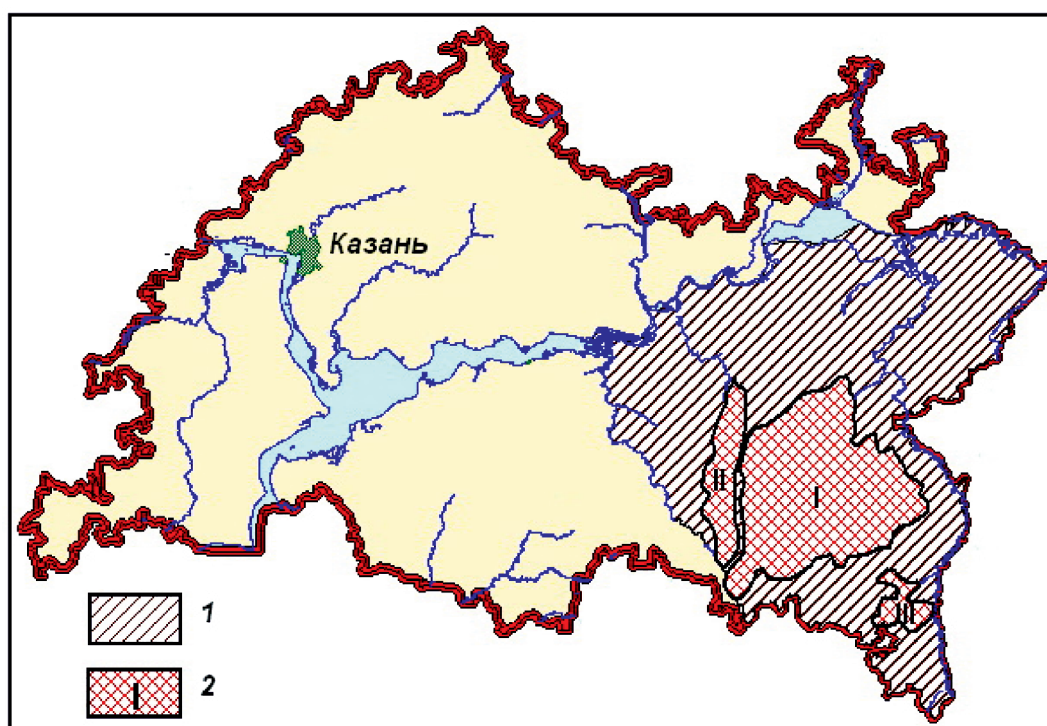


Рис. 1. Расположение Восточно-Закамского региона в границах Татарстана: 1 — Восточно-Закамский регион; 2 — площади крупных нефтяных месторождений и их номера: I — Ромашкинское, II — Ново-Елховское, III — Бавлинское

водоносный комплекс является наиболее продуктивным на питьевые воды элементом гидрогеологического разреза. Он сложен фациально неоднородной толщей ритмичного строения. Его водопроводящая часть представлена прослоями песчаников, известняков и доломитов мощностью 0,5—6 м и реже более, залегающих в мергельно-алевролитово-глинистой матрице. Общая мощность комплекса достигает 50—100 м, а эффективная обычно не превышает 40 м. Глубина залегания его кровли контролируется геоморфологическими и структурно-тектоническими особенностями территории и варьирует в пределах 0—180 м. Комплекс подстилается водоупорным горизонтом, образованным пачкой «лингуловые глины», залегающей в основании нижеказанского подъяруса. Данная пачка сложена морскими сероцветными глинами с многочисленными остатками *Lingula orientalis*. Мощность глин 10—15 м, ниже преимущественно развиты солоноватые воды. Питание нижеказанского комплекса осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков и перетекания из перекрывающих образований, а основной объём разгрузки приходится на многочисленные источники и фильтрацию в палео и современные речные долины. Пьезометрическая поверхность в сглаженной форме повторяет современный рельеф. В пределах крупных долин комплекс обладает грунтовым характером, на водораздельных участках величина избыточного напора может достигать 160 м. Водообильность нижеказанских отло-

жений средняя: преобладающие расходы родников 0,5—5 л/с, удельные дебиты скважин 0,3—2 л/(с м) [3—6].

Фактическим материалом для выявления фильтрационной неоднородности нижеказанского комплекса послужили результаты опытно-фильтрационного опробования 552 скважин и данные 122 лабораторных определений водопроницаемости отдельных разновидностей пород (табл. 1). Выявление характера и обусловленности фильтрационной анизотропии нижеказанского водоносного комплекса проведено на основе данных опытно-фильтрационных работ. При этом учитывались

Таблица 1

Значения коэффициентов фильтрации пород нижеказанского водоносного комплекса

Литотип	Методы определения водопроницаемости		
	Лабораторные		Опытно-фильтрационные работы (одиночные и кустовые откачки, м/сут.)
	ЯМР (мД)	Трубка СПЕЦГЕО (м/сут.)	
Глины	10—71	—	До 0,5
Алевролиты	103—395	—	0,09—3,7
Песчаники	13—1007	0,5—6,0	0,003—150
Мергели	20—48	—	0,34—8,8
Известняки и доломиты	1—182	—	0,006—610

Примечание. ЯМР — водопроницаемость (в миллиардах) определена методом ядерного магнитного резонанса; трубка СПЕЦГЕО — прибор для определения коэффициента фильтрации песчаных пород; прочерк — отсутствие экспериментальных данных.

установленные в процессе откачек коэффициенты фильтрации лишь песчаников (483 определения) и известняков с доломитами (343 определения), как основных коллекторов подземных вод. В целом в разрезе нижеказанского комплекса преобладают мелкозернистые песчаники различной степени сцементированности и известняки (доломиты) пелитоморфной структуры.

При довольно высокой изменчивости водопроницаемости значения коэффициентов фильтрации до 10 м/сут. для песчаников отмечаются в 80–90 %, а известняков — в 65–80 % случаев. Максимальная водопроницаемость песчаников, как правило, не превышает 30 м/сут., а известняков — 50 м/сут. Более высокие величины являются аномальными, и их доля составляет 3 %. Из данных лабораторных определений следует, что коэффициенты фильтрации до 6–10 м/сут. в основном определяются поровым, порово-каверновым типами скважности, а более высокие значения обуславливаются дополнительной скважностью, вызванной трещиноватостью пород. При равной степени трещиноватости практически отсутствуют различия в проницаемости литологически однотипных пород, характеризующихся отличными структурно-текстурными показателями и (или) положением в разрезе нижеказанского комплекса.

Трещиноватость пород определяется спецификой процессов диагенеза, полем тектонических напряжений, характером и интенсивностью проявления экзогенных процессов. Последние два фактора во многом предопределяют геоморфологические и структурные особенности территорий. В связи с этим появляется возможность оценки степени трещиноватости пород и соответственно их водопроницаемости по орографическим и геолого-структурным параметрам. Для выявления основных факторов, влияющих на фильтрационную способность пород, статистическими методами проанализированы следующие формализованные параметры:

1) *гипсометрический*, представленный четырьмя уровнями глубин залегания водовмещающих пород;

2) *геоморфологический*, в составе которого рассматривались семь элементов: от наиболее крупных речных долин до осевых зон основных водоразделов;

3) *структурный*, в виде четырёх типов положения в пределах локальных структур, выделенных по подошве пачки «лингуловые глины»;

4) *геологический* или палеогеоморфологический, учитывающий наличие неогеновых врезов и представленный тремя вариантами расположения скважин с известными величинами коэффициентов фильтрации относительно этих образований;

5) *фациальный*, в виде трёх типов фациальных обстановок формирования пород;

6) *склоновый* (геоморфологический-2), отражающий четыре формы поверхностных склонов;

7) *техногенный*, представленный тремя вариантами разработки нефтяных месторождений.

Формализация (оцифровка) каждого указанного параметра проведена для скважин, сопровождавшихся опытно-фильтрационными опробованиями, следующим образом.

Гипсометрический параметр; глубина залегания водоносных интервалов, м: 1) не превышает 50; 2) 50–100; 3) 100–150; 4) более 150.

Геоморфологический параметр, отражающий местоположение скважин: 1) речные долины первого и второго порядков (протяжённость долин более 50 км); 2) речные долины третьего и четвертого порядков (протяжённость — 10–50 км); 3) речные долины пятого порядка и резко выраженные овраги; 4) нижние и средние части водораздельных склонов долин первого и второго порядков; 5) нижние части водораздельных склонов долин третьего и четвёртого порядков; 6) средние части водораздельных склонов долин третьего и четвёртого порядков, и склоны долин пятого порядка; 7) верхние части водораздельных склонов и осевые зоны водоразделов.

Структурный параметр, также фиксирующий местоположение скважин: 1) осевые части отрицательных структур; 2) осевые части положительных структур; 3) склоны структур пологие; 4) склоны крутые и средней крутизны.

Геологический (палеогеоморфологический) параметр: 1) скважины расположены на значительном удалении от неогеновых врезов; 2) скважины находятся в ближайшей 2–3-километровой зоне от врезов; 3) нижеказанские образования испытаны под толщей плиоценовых отложений.

Фациальный параметр, учитывающий условия формирования водовмещающих пород нижеказанского подъяруса: 1) морские условия (сероцветные отложения); 2) переходные фации (серо- и пестроцветные отложения); 3) континентальные условия (пестроцветные образования).

Параметр, отражающий характер склонов в районе расположения скважин: 1) субгоризонтальные склоны; 2) пологие склоны (с углом наклона до 10°); 3) склоны средней крутизны (10–25°); 4) крутые (>25°).

Техногенный параметр; опробованные в фильтрационном отношении скважины расположены: 1) вне контуров нефтяных месторождений; 2) в контурах мелких разрабатываемых месторождений; 3) в пределах площадей крупных месторождений (Ромашкинское, Ново-Елховское и Бавлинское).

Корреляционный анализ значений коэффициентов фильтрации песчаников, известняков и указанных оцифрованных параметров, проведённый для всей совокупности данных и отдельно по каж-

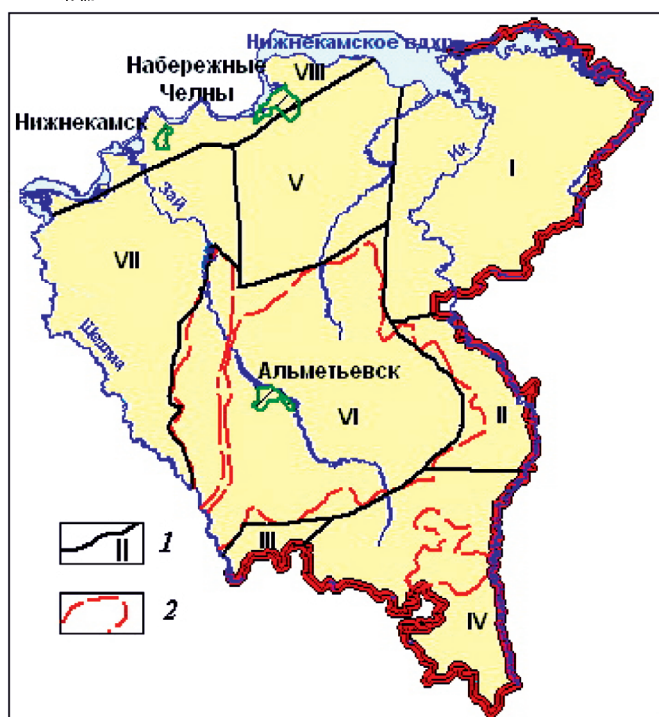


Рис. 2. Тектоническая схема Восточного Закамья Татарстана, по [2]: 1 — границы структурных элементов и их номера: I–VII — структуры ЮТС: I — северо-восточный склон, II — восточный склон, III — южный склон, IV — юго-восточный склон, V — северный склон, VI — сводовая часть, VII — западный склон, VIII — юго-восточный склон Северо-Татарского свода; 2 —

дой крупной тектонической единице ЮТС (рис. 2), показал, что водопроницаемость пород значимо связана с первыми пятью параметрами (табл. 2). Эти параметры и являются основными факторами фильтрационной анизотропии гидрогеологического разреза. Роль каждого из них, при неизменности значений других параметров, проявлена следующим образом.

Гипсометрический фактор: резкое уменьшение водопроницаемости отмечается с глубин 80–100 м, коэффициенты различия значений проницаемости для глубинных интервалов 0–50 и 100–150 м могут достигать восьми.

Геоморфологический фактор: водопроницаемость уменьшается до пяти раз при переходе от наиболее крупных речных долин к центральным частям водораздельных склонов; повышенная фильтрационная способность пород отмечается и в зонах пересечения нескольких долин.

Структурный фактор: максимальные коэффициенты фильтрации отмечаются в сводовых частях положительных структур и на их крутых крыльях, коэффициенты различия в сравнении с иным структурным положением достигают 2–3.

Геологический или палеогеоморфологический фактор: водопроницаемость повышена до 3–5 раз в ближайшей 2–3-километровой зоне от контуров плиоценовых эрозионных врезов, тогда как под этими палеодолинами она ведёт себя двойственно — в пределах открытых в гидрогеологическом отношении структур, где мощность плиоценовых песчано-глинистых отложений обычно невелика, отмечается повышенный фильтрационный фон, а в пределах полужакрытых структур, характеризующихся значительным площадным распространением и повышенной мощностью плиоценовых образований, фильтрационная способность нижеказанских пород довольно резко уменьшается; последнее связано, вероятно, с кольматацией поро-во-трещинного пространства.

Фаціальный фактор: сероцветные морские отложения нижеказанского подъяруса характеризуются большей водопроницаемостью в сравнении с красноцветными континентальными литоаналогами, при этом коэффициенты различия — до 1,5; значим этот фактор для песчаников.

Влияние первых четырёх факторов на параметр водопроницаемости легко объяснимо, так как они взаимосвязаны со степенью трещиноватости пород. С глубиной происходит уменьшение пористости и трещиноватости пород; реки закладываются вдоль ослабленных зон, речные долины являются зонами развития трещин бортового отпора, возникающих за счёт снятия геостатической нагрузки;

неогеновые образования часто маркируют палеореки и по геофизическим данным фиксируется их отчётливая связь, как и современных рек, с активизированными разломами фундамента; осевые части антиклинальных структур, вне зависимости от их образования за счёт продольного или поперечного изгибов, характеризуются проявлением растягивающих напряжений и более интенсивное растяжение отмечается на крутых структурных крыльях. Фаціальный фактор определяет величину поровой скважности. Песчаники континентальных фаций, в отличие от морских, являются гранулометрически более неоднородными и глинистыми, что обуславливает уменьшение их эффективной порис-

Таблица 2

Корреляционные связи фильтрационной способности пород нижеказанского комплекса с отдельными геолого-структурными, геоморфологическими и техногенными параметрами

Факторы и параметры	Структурные элементы, литология			
	Западный склон ЮТС		Сводовая часть ЮТС	
	Песчаники	Известняки	Песчаники	Известняки
Гипсометрический	-0,21	-0,40*	-0,36*	-0,25
Геоморфологический	-0,37*	-0,20	-0,30*	-0,39*
Структурный	0,23	0,20	0,21*	0,14
Геологический	0,56*	0,51*	0,52*	0,58*
Фаціальный	-0,38*	-0,33	-0,36*	-0,26
Склоновый	-0,0	-0,17	0,07	0,07
Техногенный	-0,15	-0,02	-0,05	0,03
Число данных (откачек)	45	33	95	48

Примечание. * Значимые коэффициенты парной корреляции.

Таблица 3

Коэффициенты фильтрации (м/сут.) песчаников и известняков нижнеказанского водоносного комплекса в пределах сводовой части ЮТС

Литология	Условия	Уровни глубин			Условия	Уровни глубин			Условия	Уровни глубин		
		1	2	3		1	2	3		1	2	3
Песчаники	I-1-1	12,0	7,5	3,0	I-2-1	13,0	8,1	3,2	I-3-1	12,0	7,5	3,0
Известняки		13,0	8,0	3,1		14,0	8,0	3,1		13,0	8,0	3,1
Песчаники	I-1-2	13,2	9,8	3,3	I-2-2	14,3	10,5	3,5	I-3-2	13,2	9,8	3,3
Известняки		52,0	32,0	6,2		56,0	32,0	6,2		52,0	32,0	6,2
Песчаники	I-1-3	25,2	15,8	4,5	I-2-3	27,3	17,0	4,8	I-3-3	25,2	15,8	4,5
Известняки		32,5	20,0	4,0		35,0	20,0	4,0		32,5	20,0	4,0
Песчаники	II-1-1	7,3	4,0	1,6	II-2-1	7,5	4,0	1,6	II-3-1	7,4	4,0	1,6
Известняки		10,0	5,0	2,0		12,9	5,4	2,1		12,0	4,3	1,7
Песчаники	II-1-2	7,4	5,2	1,8	II-2-2	7,5	5,2	1,8	II-3-2	7,4	5,2	1,8
Известняки		40,0	20,0	4,0		46,7	21,6	4,2		50,0	17,2	3,4
Песчаники	II-1-3	15,3	8,4	2,4	II-2-3	15,8	8,4	2,4	II-3-3	15,5	8,4	2,4
Известняки		25,0	12,5	2,6		32,3	13,5	2,7		30,0	10,8	2,2
Песчаники	III-1-1	6,0	3,8	1,5	III-2-1	6,4	4,0	1,6	III-3-1	7,5	3,6	1,4
Известняки		6,5	4,0	1,6		10,8	5,0	2,0		7,5	4,9	2,0
Песчаники	III-1-2	7,2	4,9	1,7	III-2-2	9,0	5,2	1,8	III-3-2	9,0	4,7	1,5
Известняки		26,0	16,0	3,2		43,2	20,0	4,0		30,0	19,6	4,0
Песчаники	III-1-3	12,6	8,0	2,3	III-2-3	18,0	10,0	2,4	III-3-3	15,8	7,6	2,1
Известняки		16,3	10,0	2,1		35,0	15,0	2,6		18,8	12,3	2,6
Песчаники	IV-1-1	2,3	1,1	0,4	IV-2-1	5,6	4,0	1,5	IV-3-1	5,0	3,6	2,0
Известняки		3,0	1,7	0,7		11,0	5,4	2,0		9,1	4,3	2,5
Песчаники	IV-1-2	2,8	1,4	0,4	IV-2-2	6,7	5,2	1,7	IV-3-2	6,0	4,7	2,2
Известняки		12,0	6,8	1,4		40,0	21,6	4,0		36,4	17,2	4,5
Песчаники	IV-1-3	4,8	2,1	0,6	IV-2-3	11,8	8,4	2,3	IV-3-3	10,5	7,6	3,0
Известняки		7,5	4,3	0,9		30,0	13,5	2,6		22,8	10,8	3,0
Песчаники	V-1-1	4,3	2,7	1,1	V-2-1	5,0	4,0	1,5	V-3-1	4,0	3,6	1,4
Известняки		5,2	2,6	1,0		6,7	5,0	2,0		5,7	3,5	1,4
Песчаники	V-1-2	5,2	3,8	1,2	V-2-2	6,0	5,2	1,7	V-3-2	4,8	4,7	1,5
Известняки		20,8	10,4	2,0		26,8	20,0	3,8		22,8	14,0	2,8
Песчаники	V-1-3	9,0	5,7	1,7	V-2-3	10,5	8,4	2,3	V-3-3	8,4	7,6	2,1
Известняки		13,0	6,5	1,3		16,0	12,5	2,5		14,3	8,8	1,8
Песчаники	VI-1-1	4,3	2,7	1,1	VI-2-1	4,5	4,0	1,4	VI-3-1	4,3	3,0	1,2
Известняки		8,0	4,0	1,6		10,9	3,7	1,5		8,2	3,4	1,4
Песчаники	VI-1-2	5,2	3,8	1,2	VI-2-2	5,4	5,2	1,5	VI-3-2	5,2	4,0	1,3
Известняки		32,0	16,0	3,0		43,6	14,0	3,0		32,8	13,6	2,8
Песчаники	VI-1-3	9,0	5,7	1,7	VI-2-3	9,5	8,0	2,1	VI-3-3	9,0	6,3	1,8
Известняки		20,0	10,0	2,0		27,3	9,3	2,0		20,5	8,5	1,8
Песчаники	VII-1-1	3,3	2,1	0,6	VII-2-1	3,8	3,0	0,6	VII-3-1	3,9	2,1	1,0
Известняки		3,2	2,0	0,8		3,2	3,0	2,0		5,0	4,0	1,5
Песчаники	VII-1-2	4,0	2,9	0,7	VII-2-2	4,6	4,0	0,7	VII-3-2	4,7	2,9	1,1
Известняки		12,8	8,0	1,5		12,8	12,0	3,5		20,0	12,0	3,0
Песчаники	VII-1-3	6,9	4,4	0,9	VII-2-3	8,0	6,3	0,9	VII-3-3	8,2	4,4	1,5
Известняки		8,0	5,0	1,0		8,0	7,5	2,4		12,5	10,0	2,0

Примечание. Условия (геологические условия) представлены сочетанием трёх цифр: первая отражает геоморфологические условия (семь элементов), вторая — структурный фактор (четыре элемента), третья — наличие неогеновых врезов (три элемента); уровни глубин, м: 1 — до 50, 2 — 50—100, 3 — 100—150; коэффициенты фильтрации, выделенные полужирным шрифтом, получены путём осреднения реальных значений водопроницаемости, показанные обычным шрифтом — на основе реальных и расчётных значений, курсивом отмечены расчётные данные.

тости и соответственно водопроницаемости. Роль отмеченных факторов в фильтрационной неоднородности геологического разреза ярко проявляется на глубинах до 100 м. С увеличением глубины залегания вариации водопроницаемости пород приповерхностной зоны постепенно сглаживаются, а ниже 150 м её значения практически не превышают 0,13 м/сут., и они не зависят от рассмотренных геолого-геоморфологических условий. Максимальные значения фильтрационной способности пород (в том числе и аномальные) проявляются при определённом сочетании всех выше отмеченных факторов. Зоны такого сочетания при оптимальных гидрогеохимических условиях представляют собой месторождения (разведанные или прогнозируемые) питьевых подземных вод.

В результате выявления факторов, определяющих основные особенности поведения фильтрационного поля нижеказанского комплекса, появляется возможность расчёта наиболее вероятных значений коэффициентов фильтрации слагающих его песчаников и известняков для различных условий гипсометрического, геоморфологического, геологического и структурного положения. Так установлено по 252 значения фильтрационной способности каждой литологической разности пород-коллекторов в пределах каждой структурной единицы ЮТС. В качестве примера в табл. 3 приведены реальные и расчётные коэффициенты фильтрации для пород сводовой части этой структуры. Табличные данные довольно адекватно отражают реальные флуктуации коэффициентов фильтрации в пластовых условиях, и они позволяют определить водопроницаемость конкретных пород в любых геолого-геоморфологических условиях залегания без проведения дорогостоящих опытно-фильтрационных работ.

Наиболее открытыми в гидрогеологическом отношении структурами ЮТС являются (по средним значениям коэффициентов фильтрации в различных геолого-геоморфологических условиях): его сводовая часть и юго-восточный склон, в меньшей степени западный склон; остальные тектонические элементы можно отнести к полузакрытым структурам. Такое изменение фильтрационных характеристик обусловлено строением и формированием свода, а также фаціальными особенностями нижеказанских отложений. Открытость указанных составляющих ЮТС, скорее всего, связана с окончательным штамповым механизмом его формирования в постпермское время. Этот механизм предполагает проявление максимальных растягивающих напряжений в пределах наиболее крутых склонов положительной структуры [1], а ими и являются юго-восточный и западный склоны ЮТС.

В центральной части штамповой структуры отмечается сжатие поперёк слоистости и растяжение вдоль неё, что благоприятно для образования крутых трещин отрыва и определивших повышенный фон проницаемости пород в сводовой части ЮТС. Кроме того, раскрытость этих трёх структурных элементов предопределилась и активными новейшими движениями восходящего характера, вызвавших максимальный подъём и интенсивную расчленённость рельефа в их пределах, и подновление существовавшей системы открытых трещин без изменения их кинематического типа. Менее благоприятные условия для формирования открытых трещин в пределах остальной части ЮТС, проявленные в донеогеновое время, не изменились и в новейший этап развития Восточно-Закамского региона Татарстана. Поэтому северный, северо-восточный, восточный и южный склоны свода характеризуются более однородным распределением пониженных значений фильтрационной способности пород-коллекторов. К тектонической фрактальности ЮТС, в основном и обусловившей этот характер пространственной фильтрационной неоднородности, добавляется и фаціальный фактор. Нижеказанские отложения в регионе формировались в широком диапазоне условий от морских нижнешельфовых до континентальных озёрно-аллювиальных. При этом фаціальные зоны характеризуются северо-западной ориентировкой [3]. Морские отложения, обладающие более высокой водопроницаемостью, пользуются преимущественным развитием в пределах именно юго-восточного и западного склонов ЮТС.

Данные по характеру и обусловленности фильтрационной неоднородности нижеказанских образований Восточно-Закамского региона Татарстана можно экстраполировать на смежные части разреза как данной, так и смежных территорий, так как они обладают сходным строением, а также практически однотипными литологическими и в меньшей степени фаціальными характеристиками.

Полученные результаты могут иметь широкое применение [5, 6]: рациональное проведение поисково-оценочных и разведочных работ на подземные воды; оптимальное размещение водозаборных скважин и полигонов складирования разнотипных отходов; достоверная оценка ресурсов пресных подземных вод; в качестве первичного материала, необходимого для формирования численных геофильтрационных моделей, проведения гидродинамических расчётов распространения реального или потенциального загрязнения, выделения зон санитарной охраны водопоявлений и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В.В. Основы геотектоники. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1989. 382 с.
2. Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С. Тектоника Татарстана. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1998. 140 с.
3. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бузова. М.: ГЕОС, 2003. 402 с.
4. Мусин Р.Х. О гидрогеоэкологических особенностях и проблемах нефтяного региона Татарстана // Изв. вузов. Геология и разведка. 2012. № 2. С. 48–53.