



УДК 628.1.032(470.41)

А.Н. Имамеев, А.Б. Адельшин

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СПАССКОГО РАЙОНА РТ

Спасский район расположен у впадения р. Камы в р. Волгу. Территория района находится на II надпойменной террасе рек Волги и Камы, которая представляет собой равнину, осложненную блюдцеобразными понижениями, овражно-балочной сетью и речными террасами. Левый берег рек Камы и Волги пологий и низменный, окаймленный широкой затопленной поймой с множеством островов. Климат умеренный, континентальный. Основной отраслью народного хозяйства является сельскохозяйственное производство. Райцентр г. Булгар и прилегающая к нему территория являются историко-архитектурным памятником Волжской Булгарии.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются подземные воды. Пресные подземные воды приурочены к зоне активного водообмена, которая расположена выше гипсангидритовой толщи сакмарского яруса. В зоне активного водообмена расположены 6 гидрогеологических подразделений, выделенные согласно "Сводной легенде к Государственной гидрогеологической карте России масштаба 1:200000, Средне-Волжская серия":

- 1) локально водоносный четвертичный эллювиально-делювиальный и делювиально-солифлюкционный горизонт;
- 2) водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс;
- 3) водоносный плиоценовый терригенный комплекс;
- 4) слабоводоносная, локально водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита;
- 5) водоносная, локально-водоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита;
- 6) водоносная, локально-слабоводоносная карбонатная нижеказанская свита.

Территория Спасского района приурочена к Волго-Сурскому бассейну пластовых вод, который входит в состав Восточно-Русского артезианского бассейна I порядка.

Локально водоносный четвертичный аллювиально-делювиальный и делювиально-солифлюкционный горизонт приурочен к супесям и пескам, залегающим на склонах водоразделов и террас. Глубина их залегания 1-10 м, мощность горизонта 0,5-2 м. Режим зависит от количества осадков. Горизонт залегает на водоупорных глинах. Источников мало и они малодобитны, менее 0,06 л/с. Родники представлены в виде мочажин в

подножье склонов. Коэффициенты фильтрации супесей 0,1-0,3 м/сут, песков до 2 м/сут. Воды горизонта пресные гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов по классификации В.А.Сулина [1], гидрокарбонатного магниевое-кальциевого состава по ОСТ 41-05-263-86 [2]. Водоносный горизонт слабо защищен с поверхности, поэтому вода содержит повышенное количество железа и нитратов. Подземные воды горизонта используются населением колодцами глубиной до 10 м.

Водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс широко развит на левобережье Куйбышевского водохранилища и приурочен к палеодолинам рек, пойме рек Волги и Камы и надпойменным террасам. Четвертичные аллювиальные осадки залегают на эродированной поверхности пермских пород на западе и на неогеновых отложениях на востоке и юге района, где последние выполняют палеодолину р. Камы. Водоносные горизонты комплекса залегают первыми от поверхности и являются грунтовыми. Подземные воды комплекса являются условно защищенными. Водовмещающими породами являются разнородные кварцевые пески с гравием и галькой кремнистых пород мощностью 45-71,5 м. На западе района четвертичный аллювиальный комплекс состоит из трех частей. Кровля верхней пачки, сложенной в верхней части слоем водоносных песков мощностью 5-10 м, залегают на абсолютных отметках 53-66 м. Коэффициент фильтрации песков составляет 9,0 м/сут. Зона аэрации над ним 15-30 м. Нижняя часть пачки представлена слоем слабопроницаемых глин, суглинков, супесей мощностью от 2 до 10 м. Подошва пачки залегают на глубине 5-30 м, что соответствует абсолютным отметкам 45-50 м.

Средняя часть комплекса сложена не выдержанными по мощности и простираению слоями глинистых пород общей мощностью 10 м. Нижняя часть комплекса сложена водоносными разнородными песками мощностью 27-38 м и коэффициентом фильтрации 2-17 м/сут. Кровля нижнего слоя находится на глубине 20-40 м, что соответствует абсолютным отметкам 35-45 м, подошва – в интервале 62-83 м, что соответствует абсолютным отметкам 10 (-10) м. Водообильность песков неравномерна. Дебиты скважин составляют порядка 25 л/с при понижении уровня воды 5-7 м, удельные дебиты 3,5-5 л/с при бурении ударно-канатным способом с промывкой



водой. При роторном бурении с промывкой буровым раствором удельные дебиты 0,2-0,5 л/с. Водопроницаемость песков в районе г. Булгар 100 м²/сут. Поток подземных вод направлен к Куйбышевскому водохранилищу. По условиям залегания и типу циркуляции воды комплекса порово-пластовые. Подземные воды этого слоя обладают напором 7-17 м. Пьезометрический уровень при этом устанавливается на 0,6-0,8 м ниже уровня воды верхнего водоносного горизонта. На востоке и юге района, где четвертичные отложения подстилаются плиоценовыми, преимущественно глинистыми породами, условия залегания водоносных горизонтов, их водообильность и состав воды сходны с западной частью.

По химическому составу воды комплекса преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, меньше сульфатно-натриевого (табл.). Подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа пресные при общей жесткости до 7 ммоль/дм³. В ионном составе преобладают воды гидрокарбонатного состава с разным содержанием главных типобразующих катионов. Содержание нитратов 0,1-17,4 мг/л, железа – от 0,05 до 4,95 мг/л. Число проб с содержанием железа более 0,3 мг/л составляет 16% от общего количества проб с водой гидрокарбонатно-натриевого типа. Воды сульфатно-натриевого типа имеют более пестрый состав. Чаще встречаются гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-натриево-кальциевые при минерализации от 0,61 до 1,20 г/дм³ и общей жесткости 5,20 – 11,48 ммоль/дм³. Содержание нитратов в них 0,1 – 29,8 мг/дм³, железа до 0,3 мг/дм³, и только в одной пробе 0,36 мг/дм³. Одна проба имеет воду хлор-магниевое типа гидрокарбонатного магниевое-кальциевого состава с минерализацией 0,53 г/дм³ и общей жесткостью 6,84 ммоль/дм³. При залегании на карбонатных отложениях верхнеказанского подъяруса воды комплекса имеют повышенную минерализацию и жесткость вследствие подтока подземных вод из казанских пород. В анионном составе наблюдается повышение содержания сульфатов и они становятся преобладающими.

Питание верхнего водоносного горизонта за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из нижележащих горизонтов. Разгрузка происходит в русло рек Волги и Камы и нижележащие горизонты. Нижний водоносный горизонт является основным источником водоснабжения г. Булгар.

Водоносный плиоценовый тирригенный комплекс развит на востоке и юге района. Лимногенно-аллювиальные отложения плиоцена заполняют палеодолины рек и палеоложе полузамкнутых водоемов. Представлены они в основном глинами с прослоями песка, алевролита, песчаников общей мощностью до 150 м. Водовмещающими породами являются разнородные пески и базальные гравийно-галечные отложения. Пески мощностью 0,5-4 м в виде

не выдержанных по простиранию и мощности слоев залегают среди глинистых пород плиоцена. Наиболее водообильными являются гравийно-галечные отложения. Водоносные горизонты, залегающие в кровле, гидравлически связаны с четвертичными аллювиальными горизонтами и образуют единый комплекс.

Глубина залегания водоносных горизонтов от 15 до 80 м. При мощности плиоценовых пород до 100 – 150 м обводнено 5-30 м. Водообильность и режим зависят от количества осадков. Комплекс условно защищен от загрязнения сверху. Дебиты скважин 0,2-1,5 л/с при понижении 2 – 10 м, удельные дебиты 0,01-0,3 л/сек. Коэффициенты фильтрации песков 2-11 м/сут. Подземные воды комплекса гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов, реже хлор-магниевое. Виды гидрокарбонатно-натриевого типа имеют минерализацию 0,21-0,62 г/дм³, преимущественно гидрокарбонатный магниевое-кальциевый состав при общей жесткости 1,90-6,46 ммоль/дм³. Содержание железа от 0,05 до 0,3 мг/дм³, и только в одной пробе 0,63 мг/дм³, а нитратов 0,1-24,28 мг/дм³. Воды сульфатно-натриевого типа также пресные. Состав их преимущественно гидрокарбонатный магниевое-кальциевый. Величина общей жесткости в основном не превышает ПДК. Для них характерно присутствие нитратов от 15,38 до 33,23 мг/дм³, в двух пробах превышает ПДК – 60,00 и 60,53 мг/дм³. Воды хлор-магниевое типа имеют пестрый состав, минерализация их 0,53-1,11 г/дм³, общая жесткость 6,65-14,06 ммоль/дм³. Содержание нитратов от 30,46 до 80,77 мг/дм³. Питание водоносных горизонтов плиоценовых отложений атмосферными осадками и подтоком вод из нижележащих горизонтов. Разгрузка происходит в русло рек Волги и Камы и борта палеодолины и нижележащие горизонты.

Слабоводоносная локально-водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита распространена повсюду, кроме северной части района, примыкающей к Куйбышевскому водохранилищу, где уржумские отложения размывы. Водовмещающими породами являются трещиноватые песчаники, которые залегают в виде не выдержанных по мощности и простиранию линзовидных слоев среди глин и мергелей. Мощность их 2-4 м. Глубина залегания 45-100 м. Подземные воды свиты обладают напором, величина которого составляет 12-30 м. По условиям залегания и циркуляции воды являются порово-трещинно-пластовыми. Водоносные горизонты защищены от поверхностного загрязнения слоями глин. Водообильность их невысокая и непостоянная. Удельные дебиты скважин от 0,01 до 0,15 л/с, коэффициент фильтрации песчаников 0,5-0,6 м/сут, водопроницаемость 1-19 м²/сут.

Воды свиты преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, реже сульфатно-натриевого. Минерализация до 1 г/дм³, общая жесткость до 13



Таблица

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ
СПАССКОГО РАЙОНА РТ**

Гидрогеологическое подразделение	Тип воды по В.А. Сумину	Минерализация, г/дм ³	Общая жесткость, ммоль/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Ионный состав воды по ОСТ 41-05-263-86, %
1	2	3	4	5	6	7
Водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс – а, аQ ₁ – IV	Гидро-карбонатно-натриевый – 30%	0,22-0,69 до 0,05=11,1% 0,5-1,0=18,9%	2,09-6,46	0,05-4,95 > 0,3 –=5%	0,1-17,4	HCO ₃ – Mg-Na-Ca – 8,9 HCO ₃ – Mg - Ca – 6,7 HCO ₃ – Na – Mg - Ca – 5,5 HCO ₃ – Na - Ca – 3,3 HCO ₃ – Ca -Na – 1,1 HCO ₃ – Na-Ca – 1,1 HCO ₃ – Na-Ca – Mg – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Mg-Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 10%	0,61-1,20 до 1,0-5,5% > 1,0-4,4%	5,20-11,48 до 7,0-3,3% >7,0-7,8%	0,05-0,36 более 0,3-1,1%	0,1-29,8	HCO ₃ - SO ₄ – Mg- Na - Ca – 4,4 HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1 HCO ₃ – SO ₄ - Na - Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Mg - Ca – 1,1
	Хлор-магниевый – 1,1%	0,53	6,84			
Водоносный плиоценовый терригенный комплекс N ₂	Гидрокарбонатно-натриевый – 17,8%	0,21-0,62	1,90-6,46	0,05-0,63 >0,3-1,1%	0,1-24,28	HCO ₃ – Mg- Ca – 13,3 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Na - Ca – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg - Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 13,3%	0,38-1,33	2,66-9,88 до 7-10% >7-3,3%		0,1-60,53 >45-2,2%	HCO ₃ – Mg- Ca – 7,8 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 1,1 HCO ₃ - SO ₄ - Ca – Mg – 1,1 HCO ₃ – SO ₄ - Ca – Mg- Na – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Ca – Na – 1,1
	Хлор-магниевый – 3,3%	0,53-1,11	6,65-14,06		30,46-80,77	HCO ₃ – Mg- Ca – 2,2 Cl - HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Слабоводоносная, локально-водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита P ₂ ш ₁	Гидрокарбонатно-натриевый – 6,7 %	0,32-0,62	3,42-6,65	0,05-1,22		HCO ₃ – Mg- Ca – 6,7
	Сульфатно-натриевый – 1,1%	0,57	6,46		30,79	HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Водоносная, локально-слабоводоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита – P ₂ kz ₂	Гидрокарбонатно-натриевый – 10%	0,50-0,83	4,67-6,84		0,1-13,30	HCO ₃ – Mg- Ca – 3,3 HCO ₃ – Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Na - Mg – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 1,1 %	2,41	24,96	0,34		SO ₄ - Mg- Na - Ca – 1,1
	Хлор-магниевый – 1,1%	0,90	11,40		102,60	HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Водоносная, локально-слабоводоносная карбонатная нижеказанская свита – P ₂ kz ₁	Сульфатно-натриевый – 1,1%	2,57	33,06	10,20		SO ₄ - Mg - Ca – 1,1

ммоль/дм³, содержание железа от 0,05 до 1,22 мг/дм³. Воды в основном гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. На участках развития гипсоносных пород (с. Войкино) минерализация повышена до 2 г/дм³, соответственно в анионном составе начинают преобладать сульфаты. Питание водоносных горизонтов свиты за счет перетоков из выше- и нижележащих горизонтов, разгрузка в палеодолины рек Камы и Волги. Используются воды свиты совместно

с водами неоген-четвертичных отложений.

Водоносная, локально-водоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита распространена на всей изученной территории, кроме современного и палеовреза рек Волги и Камы, где она размыта. Кровля верхнеказанских отложений залегает на глубине 50-150 м, что соответствует абсолютным отметкам 20 – (-130) м. Водовмещающими породами являются трещиноватые и закарстованные известняки и доломиты мощностью



2,3-10 м. Общая мощность верхнеказанских отложений 25-40 м. Верхним водоупором является глины и гипсы, залегающие в кровле свиты, нижним – слой гипса мощностью 8-20 м в подошве верхнеказанского подъяруса. По условиям залегания и циркуляции воды трещинно-карстово-пластовые. Водообильность пород различная и зависит от их трещиноватости. Дебиты скважин от 0,1 до 2 л/с.

В Куйбышевском водохранилище, в приустьевой части р. Актай, находится крупный останец верхнепермских пород. В прибортовой части останца в верхнеказанских отложениях скважины глубиной 30-47 м в селах Измери, Вожи имеют дебит 0,6-5 л/с при понижении 2-7 м. Минерализация воды здесь за время эксплуатации повысилась от 0,4 до 1,0 г/дм³. Замечено, что с глубиной минерализация и жесткость подземных вод верхнеказанских отложений повышается. Южнее, в долине р. Бездна, в селах Красная Слобода, Куралово, Гулюще, Ямбухтино, Щербеть, подземные воды комплекса дренируются палеодолиной рек Камы и Волги. На это указывает повышенная минерализация и сульфатный состав подземных вод четвертичных отложений. В южной части района, где слои верхнеказанских отложений имеют падение к центральной части Меленеской впадины, водоносная свита залегает на глубине 125-150 м и практического значения не имеет. Подземные воды свиты преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, реже сульфатно-натриевого и хлор-магниевого. Минерализация вод гидрокарбонатно-натриевого типа до 1 г/дм³, состав их гидрокарбонатный магниевонатриево-кальциевый. Величина общей жесткости до 10 ммоль/дм³. Минерализация вод сульфатно-натриевого и хлор-магниевого типов достигает 2,5 г/дм³, величина общей жесткости превышает ПДК. Отмечены повышенные содержания железа и нитратов. Питание их за счет перетоков из выше- и нижележащих слоев, разгрузка в соседние водоносные горизонты, в частности, в водоносный комплекс четвертичных отложений.

Водоносная, локально слабоводоносная карбонатная нижнеказанская свита распространена повсеместно. Общая мощность нижнеказанских пород 30-52 м. Водовмещающими породами являются трещиноватые, закарстованные известняки и доломиты. По типу циркуляции и водообильности воды трещинно-карстово-пластового типа. Водообильность пород неравномерная. Удельный дебиты скважин составляют 0,2-0,5 л/с, водопроницаемость 1-3 м²/сут. Воды напорные, высота напора до 70 м. Воды свиты защищены от поверхностного загрязнения вышележащими слоями водоупорных пород. По химическому составу воды сульфатно-натриевого и хлор-магниевого типов сульфатного, хлоридно-сульфатного кальциевого, магниево-кальциевого, магниевонатриевого состава с минерализацией до 5,0 г/дм³. Питание и разгрузка водоносных горизонтов за

счет перетоков в соседние горизонты.

Зона пресных вод в Спасском районе составляет до 50 м на севере, у устья р. Бездна, где четвертичные отложения залегают на верхнеказанских. При залегании их на нижнеуржумских породах мощность зоны пресных вод увеличивается до 100 м, а в палеодолине р. Камы, заполненной плиоценовыми отложениями – до 150 м. Ниже залегают воды повышенной минерализации и жесткости. Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, по данным “Татводпроекта”, составляют 142,75 тыс. м³/сут. Из них ресурсы водоносных плиоценового и четвертичного комплексов – 96,5%, нижнеуржумской свиты – 0,3%, верхнеказанской – 3,2%. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод составляют 220,90 тыс. м³/сут, в том числе пресных 218,10 тыс. м³/сут. Модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов 1,26 л/сжм². Современный водоотбор подземных вод по Спасскому району 16690 м³/сут или 193,2 л/с. Модуль современного водоотбора 0,10 л/сжм². Эти цифры однозначно указывают, что прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения на порядок превышают современный водоотбор. Район является надежно обеспеченным прогнозными эксплуатационными ресурсами пресных подземных вод. Обеспеченность подземными водами, соответствующими требованиям СанПиН 2.1.4.559-96, по району, по данным МЭПР, составляет 30% [3]. Но вследствие слабой защищенности подземных вод неоген – четвертичных аллювиальных отложений в них местами присутствуют возбудители инфекционных заболеваний. Так, в 2002 г. число проб, в которых обнаружены возбудители, составило 6,6%.

На изученной территории формируются преимущественно пресные подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа (64,5% обследованных скважин). В меньшей степени распространены воды сульфатно-натриевого типа на севере в бассейне нижнего течения р. Бездна и на юге в бассейне верхнего течения р. Утка. Состав их гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный, преимущественно магниево-кальциевый.

В отдельных скважинах встречаются воды хлор-магниевого типа. В бассейне верхнего течения р. Утка выделен участок развития вод данного типа. Появление их связано с загрязнением поверхностными стоками. На это указывает повышенное содержание нитратов в подземных водах на этом участке. По ионному составу преобладают воды гидрокарбонатного состава. В северной части района на площади развития верхнеказанских отложений формируются воды сульфатно-гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного состава, что вызвано разгрузкой вод повышенной минерализации из верхнеказанской свиты.



Воды повышенной минерализации также встречаются в скважинах, расположенных в селах Кузнечиха и Иске Рязап. На остальной территории Спасского района расположены пресные подземные воды.

На большей части района общая жесткость подземных вод не превышает ПДК. Воды с содержанием общей жесткости более 7 ммоль/дм³ приурочены к участкам распространения вод повышенной минерализации. В большинстве проб воды, отобранных сотрудниками РГГП "Татарстангеология" в 1999 г., содержание железа меньше ПДК. Воды с содержанием железа свыше 0,3 мг/дм³ встречаются в отдельных скважинах без видимой связи с условиями их формирования, но встречаются они преимущественно в водах гидрокарбонатно-натриевого типа. Содержание нитратов редко превышает ПДК. Из 90 обследованных скважин только в 4-х имеются нитраты с содержанием более 45 мг/дм³ в селах Ямбухтино, Иж-Борискино, Нов.Баран, Иске Рязап, что, по-видимому, связано с поверхностным загрязнением, так как в зоне активного водообмена нет условий для формирования нитратов.

В заключение, можно сделать следующие выводы:
- основные прогнозные эксплуатационные ресурсы

подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения сосредоточены в неоген-четвертичных отложениях;

- Спасский район является надежно обеспеченным прогнозными ресурсами пресных подземных вод;

- на большей части территории района распространены подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа, наиболее мягкие по составу и благоприятные для человеческого организма;

- мощность зоны развития пресных вод составляет 50-150 м, что позволяет организовать их добычу неглубокими скважинами.

Литература

1. Сулин В.А. Условия образования, основы классификации и состав природных вод, в частности, вод нефтяных месторождений. Ч.1. – Образование и основы классификации природных вод. – М.: Изд-во АН СССР, 1948. – 139 с.
2. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. ОСТ 41-05-263-86. – М: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.