

5. Информационный отчёт 48.2019 «Построение модели механических свойств, давлений и напряжений по скважинам Речицкого месторождения в интервалах I – III пачки». Отчёт БелНИПИнефть. – 2019. – 165 с.

6. Mironenko, K. V., Drabkin, A.V., Shakulja, M.I., Serebrennikov, A.V. 2020. Practical Experience of Unconventional's Multistage Fracturing in Belarus. In: SPE Paper 202059.

УДК 556.33:551.7.03

Т. А. МЕЛЕЖ¹, В. С. РУДЬКО²

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ ДОЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА

¹УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,

г. Гомель, Республика Беларусь,

tatyana.melezh@mail.ru,

²«БелНИПИнефть» «РУП+ «Производственное объединение «Белоруснефть»,

г. Гомель, Республика Беларусь

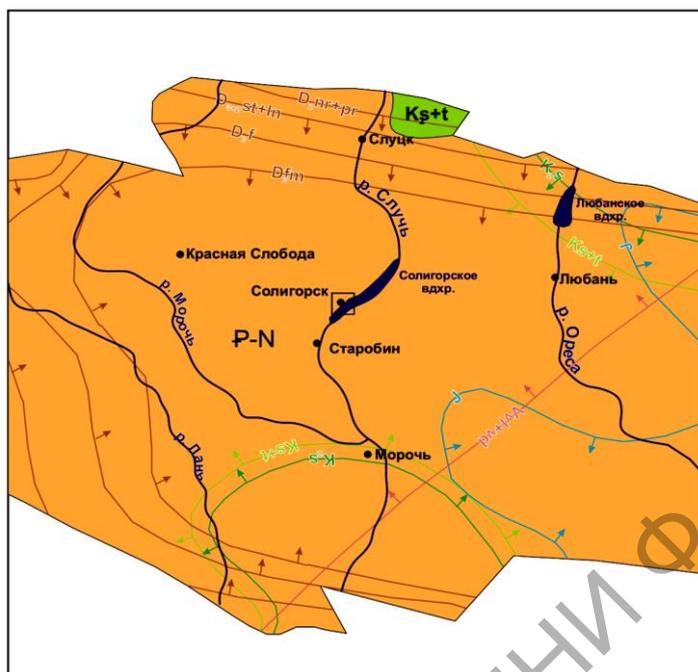
Согласно гидрогеологическому районированию, территория исследования располагается в пределах Припятского артезианского бассейна.

Архей-нижнепротерозойский терригенный комплекс (AR-PR₁). Распространен на всей исследуемой территории. Водовмещающие породы – трещиноватые и выветрелые разновидности метаморфических и интрузивных пород (гнейсов, сланцев, гранитов, сиенитов, габбро). Связанные с ними воды напорные, пьезометрические уровни составляют 0,7 – 38,0 м от земной поверхности и более, в отдельных скважинах наблюдается самоизлив. Водообильность отложений зависит от трещиноватости и выветрелости водовмещающих пород. Дебиты скважин варьируют от 0,9 до 7,6 м³/ч при понижениях 14 – 54 м. В местах неглубокого залегания фундамента подземные воды пресные (минерализация 0,16 – 0,40 г/дм³), с глубиной пресные воды сменяются минерализованными и рассолами [1].

Водоносный верхнепротерозойский терригенный комплекс (PR₂) распространён повсеместно на изучаемой территории (рисунок 1). Водовмещающими породами являются песчаники, алевролитов, с подчиненными прослоями глин. Мощность водоносного комплекса колеблется от 332 м до 411 м. Глубина залегания комплекса не превышает 100 – 152 м. Водообильность верхнепротерозойского водоносного комплекса неравномерная и всецело зависит от литологии водовмещающих пород. Производительность отдельных скважин достигает 16,4 – 45 м³/ч при понижении уровня на 3,3 м и более от статического, удельный дебит около 4,9 м³/(ч×м) [2]. В Припятском артезианском бассейне подземные воды верхнепротерозойского комплекса минерализованные и относятся в основном к хлоридно-натриевому типу с минерализацией от 165 г/дм³.

Водоносный волынский и валдайский терригенный комплекс (Vvl+vd) распространён повсеместно за исключением юго-восточной части территории изучения (рисунок 1). Кровля залегает на глубине до 1224 м. Водовмещающие отложения представлены песчаниками с прослоями глин, алевролитов, гравелитов и конгломератов. Мощность комплекса изменяется в широком диапазоне, но не превышает 200 – 220 м. Пьезометрические уровни водоносного комплекса устанавливаются на отметках до 145,32 м [1]. На исследуемой территории водоносный комплекс содержит подземные воды разного химического состава и минерализации. Он содержит солоноватые и сильносолоноватые хлоридно-натриевого состава воды с минерализацией от 4 до 6 г/дм³.

Водообильность отложений на изучаемой территории неравномерная, что объясняется различным литологическим составом водовмещающих отложений, их трещиноватостью и пористостью.



- P-N** Неогеново-палеогеновый водоносный комплекс
Ks+t Сеноман-туронский водоносный комплекс
- Границы сплошного распространения горизонтов и комплексов, залегающих ниже первых от поверхности*
- \downarrow Ks+t Сеноман-туронский водоносный горизонт
 - \downarrow Ks Сеноманский водоносный горизонт
 - \downarrow J Водоносный юрский терригенно-карбонатный комплекс
 - \downarrow Dfm Водоносный нижнефаменский терригенно-карбонатный комплекс
 - \downarrow Df Водоносный франкий терригенно-карбонатный комплекс
 - \downarrow D-st+ln Водоносный старооскольский и ланский горизонт
 - \downarrow Dnr+pr Слабоводоносный пярнуский и наровский терригенно-карбонатный комплекс
 - \downarrow Vvi+vd Водоносный волянский и валдайский терригенный комплекс

Рисунок 1 – Гидрогеологическая карта дочетвертичных горизонтов и комплексов

Слабоводоносный пярнуский и наровский терригенно-карбонатный комплекс (D_{nr+pr}).

Водоносный комплекс на рассматриваемой территории распространен повсеместно, за исключением крайней северной, северо-западной части (рисунок 1). Он залегает на глубине до 2500 – 4500 м. Водовмещающими породами являются неравномерно трещиноватые, местами кавернозные доломиты, доломитизированные известняки и реже трещиноватые разности доломитизированных мергелей, переслаивающихся с глинами, песчаники и пески. Чистые глинистые прослои делят наровско-пярнуский водоносный комплекс на ряд невыдержанных по простиранию водоносных слоев различной мощности, то гидравлически связанных, то обособленных между собой и имеющих различные пьезометрические уровни.

Мощность водоносного комплекса колеблется от 12,5 до 127 м. Пьезометрические уровни достигают 133,5 – 163,4 м над уровнем моря. Водообильность изменяется в широких пределах, что объясняется неравномерной трещиноватостью известняково-доломитовых пород и изменением их мощности. Подземные воды наровско-пярнуского водоносного комплекса характеризуются пестрым составом и высокой минерализацией. Химический состав подземных вод довольно разнообразный. Подземные воды с высокой минерализацией относятся к типу сульфатно-кальциево-магниевых или сульфатно-хлоридно-кальциево-магниевых вод. В нижних

частях наровско-пярусского водоносного комплекса воды смешанного сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевого состава сменяются хлоридно-натриевыми водами и являются сильносоленоватыми [1, 2].

Пресные воды наровско-пярусского водоносного комплекса могут служить источником хозяйственно-питьевого водоснабжения в ряде районов. Минерализованные воды сульфатно-кальциево-магниевые, сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевого типа представляют интерес с лечебной точки зрения, а высококонцентрированные рассолы – как сырье для химической промышленности.

Водоносный старооскольский и ланский терригенный комплекс ($D_{3+2st+ln}$). Водоносный комплекс на рассматриваемой территории распространен практически повсеместно за исключением крайней северной, северо-западной и юго-западной части (рисунок 1). Водовмещающими породами этого комплекса являются мелкозернистые пески и мелкозернистые слабосцементированные песчаники, местами переслаивающиеся с прослоями алевролитов, которые часто делят водоносный горизонт на несколько водоносных подгоризонтов. Мощность водоносного комплекса колеблется в широких пределах. На территории Припятского артезианского бассейна наибольшая мощность комплекса отмечается в центральной части бассейна, где она составляет 60 – 100 м и более. Подземные воды характеризуются минерализацией до 391,3 г/дм³ и относятся к типу гидрокарбонатно-кальциево-магниевых, хлоридно – натриевых вод [2].

Значительные ресурсы и вполне удовлетворительное качество подземных вод водоносного комплекса позволяют отнести этот комплекс к числу основных, который может служить достаточно надежным источником хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения с крупным водопотреблением.

Водоносный франский терригенно-карбонатный комплекс (D_{3f}) распространен повсеместно за исключением северной, северо-западной и юго-западной части территории исследования (рисунок 1). Подземные воды связаны с карбонатными отложениями, представленными трещиноватыми известняками, пористыми и кавернозными доломитами с прослоями мергелей и песчаников. С франским комплексом связаны преимущественно пресные воды.

Карбонатная толща франского яруса на территории Припятского артезианского бассейна залегает под соленосной толщей и поэтому носит название подсолевых отложений. Глубина залегания ее колеблется в весьма широких пределах, на северо-западной окраине бассейна она варьирует от 79 до 233 м. Мощность подсолевых отложений изменяется в меньших пределах. Минерализация подземных вод и рассолов увеличивается по мере погружения их от периферии к осевой части артезианского бассейна. В центральных частях артезианского бассейна карбонатная толща содержит высококонцентрированные рассолы с минерализацией до 320 г/дм³.

Водообильность карбонатной толщи франского яруса в пределах Припятского артезианского бассейна изучена очень слабо. Дебиты скважин не превышали 5,3 – 7,5 м³/ч при понижении уровня на 10,0 – 285,0 м от статического [1].

Соленосная толща франского яруса, являющаяся нижней соленосной толщей в разрезе верхнего девона Припятского артезианского бассейна, играет роль регионального водоупора, разделяющего подземные воды нижних горизонтов франского яруса и вышележащих отложений фаменского яруса верхнего девона.

Водоносный фаменский терригенно-карбонатный комплекс (D_{3fm}) на рассматриваемой территории распространен в центральной, восточной и южной части (рисунок 1). Пресные подземные воды связаны с карбонатными отложениями, представленными трещиноватыми известняками, пористыми и кавернозными доломитами с прослоями мергелей и песчаников. Глубина залегания кровли комплекса достигает 50 – 65 м, в районе Слуцка и Солигорска – от 100 до 130 м.

Дебиты скважины колеблются от 0,008 до 1,10 м³/ч при понижениях уровня от 7,0 до 234,0 м, т. е. удельные дебиты не превышают 0,01 – 0,001 м³/(ч×м). В отдельных случаях

удельная производительность скважин не превышает $0,08 - 0,05 \text{ м}^3/(\text{ч}\times\text{м})$. Подземные воды имеют обычно малую минерализацию и относятся к типу гидрокарбонатно-кальциево-магниевого или хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевого вод, с минерализацией от 100 до 390 г/дм^3 [2].

Соленосные отложения являются водонепроницаемыми породами и поэтому с гидрогеологической точки зрения они вместе с надсоленосными отложениями могут рассматриваться как совершенный водоупор, достаточно выдержанный на всей площади Припятского артезианского бассейна.

Водоносный юрский карбонатно-терригенный комплекс (J) распространен на северо-востоке, востоке и юго-востоке территории изучения (рисунок 1). Водосодержащими породами юрских отложений являются трещиноватые, местами кавернозные разности известняков, слабосцементированные песчаники и средне- и мелкозернистые, нередко глинистые пески, залегающие в нижней части разреза или в толще глин в виде маломощных прослоев. Воды верхне- и среднеюрского водоносного комплекса обладают значительным напором, поднимаясь на $171,0 - 275,0 \text{ м}$ над кровлей пласта. Залегая ниже уреза рек, но в зоне интенсивного водообмена, подземные воды юрских отложений имеют малую минерализацию с плотным остатком $0,21 - 0,37 \text{ г/дм}^3$. В местах глубокого погружения юрских отложений подземные воды могут иметь более высокую минерализацию. По химическому составу воды юрских отложений относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевого вод. В бактериологическом отношении воды юрского водоносного комплекса хорошие. Общая жесткость не превышает $5,56 - 6,28 \text{ мг-экв/л}$ [1, 2].

Водоносный сеноманский карбонатно-терригенный горизонт (K_{2s}) распространен повсеместно (рисунок 1). Воды этого горизонта заключены в песках и слабосцементированных песчаниках. Мощность водовмещающих отложений колеблется в широких пределах: на исследуемой территории она не превышает $5 - 6 \text{ м}$, реже достигает 29 м . Нижним водоупором горизонта являются плотные глины древнего палеозоя, глины нижнего мела. Перекрывается горизонт на большей площади своего распространения водоносными породами мергельно-меловой толщи сеноманского и туронского ярусов, четвертичными отложениями.

Кровля водоносного горизонта залегает в пределах $28,85 - 105,58 \text{ м}$ ниже уровня моря. Пьезометрические уровни превышают $120,40 - 134,0 \text{ м}$ абс. высоты. Производительность отдельных скважин колеблется в весьма широких пределах. Дебиты скважин не составляют $14,76 - 34,30 \text{ м}^3/\text{ч}$. Удельный дебит $1,89 - 2,50 \text{ м}^3/(\text{ч}\times\text{м})$ [2].

Подземные воды нижнесеноманского водоносного горизонта имеют малую минерализацию ($0,11 - 0,51 \text{ г/дм}^3$) и относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевого или гидрокарбонатно-кальциево-натриевого вод. С санитарной точки зрения подземные воды сеноманского водоносного горизонта характеризуются безупречным качеством для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Они играют большую роль в водоснабжении населенных пунктов и промышленных предприятий.

Водоносный сеноманский и туронский карбонатно-терригенный горизонт (K_{2s+t}) распространен повсеместно на изучаемой территории (рисунок 1). Водовмещающие породы представлены белым писчим мелом и серыми, желтовато-серыми и темно-серыми мергелями, с редкими прослоями глин и мелкозернистых песков. Мощность водовмещающих отложений варьирует от нескольких метров до $35 - 44 \text{ м}$; в среднем она не превышает $20 - 25 \text{ м}$. Глубина залегания кровли достигает $154,0 - 158,0 \text{ м}$ над уровнем моря. На исследуемой территории, дебиты скважин, получающих воду из водоносного горизонта среднесеноман-туронских отложений, колеблются от $14,8$ до $180 \text{ м}^3/\text{ч}$ при понижении уровня до $13,2 \text{ м}$, удельный дебит $1,90 - 21,60 \text{ м}^3/(\text{ч}\times\text{м})$. На исследуемой территории подземные воды среднесеноман-туронского водоносного горизонта характеризуются малой минерализацией ($0,22 - 6,40 \text{ г/дм}^3$) и относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевого вод [1, 2]. В санитарном отношении подземные воды характеризуются высокими показателями, позволяющими считать качество этих вод безупречным.

Водоносный палеогеновый и неогеновый комплекс (P+N). Комплекс распространен повсеместно (рисунок 1). Ограничено используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Залегает на глубинах от 10 до 130 м, представлен песками, переслаивающимися с глинами и алевролитами. Буровыми скважинами водоносный комплекс вскрывается на глубинах от 16 до 265 м. Минерализация подземных вод квазинормального ряда варьирует в пределах 24 – 495 мг/дм³, средняя минерализация составляет 289,72±11,33 мг/дм³. С учетом проб воды с минерализацией от 500 до 1000 мг/дм³ средняя минерализация подземных вод составляет 330,09±15,26 мг/дм³. Наблюдается хорошо выраженная тенденция увеличения минерализации подземных вод с глубиной [2].

Воды комплекса по химическому составу являются преимущественно гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, иногда с повышенными содержаниями хлора и натрия. Сульфат-ион в водах комплекса либо отсутствует, либо обнаруживается в концентрациях не более 1 – 5 мг/дм³. Минерализация подземных вод квазинормального ряда варьирует в пределах 24 – 495 мг/дм³, средняя минерализация в выборке из 93 проб воды составляет 289,72±11,33 мг/дм³ [1].

Среди водоносных горизонтов и комплексов отложений в пределах территории распространение получили архей-нижнепротерозойские, верхнепротерозойские, девонские, триасовые, юрские, меловые и палеоген-неогеновые горизонты и комплексы отложений. Все они характеризуются различными водовмещающими породами: песками, супесями, карбонатами и прочее. Подземные воды пресные (минерализация 0,16 – 0,40 г/дм³), с глубиной пресные воды сменяются минерализованными и рассолами. По химическому составу относятся в основном к хлоридно-натриевому типу, а также к сульфатно-кальциево-магниевому или сульфатно-хлоридно-кальциево-магниевому. Минерализованные воды пярнусского и наровского терригенно-карбонатного комплекса сульфатно-кальциево-магниевые, сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевого типа представляют интерес с лечебной точки зрения, а высококонцентрированные рассолы – как сырье для химической промышленности. Значительные ресурсы и вполне удовлетворительное качество подземных вод могут служить достаточно надежным источником хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения с крупным водопотреблением.

Список литературы

1. Кудельский, А.В. Подземные воды Беларуси / Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 1998. – 260 с.
2. Кудельский, А.В. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 271 с.

УДК 556.33:551.79

Т. А. МЕЛЕЖ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОЗРАСТА

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru

В соответствии с картой гидрогеологического районирования, исследуемая территория располагается в пределах Припятского артезианского бассейна (IV) (рисунок 1).