

Влияние разгрузки подземных вод на качество поверхностных и грунтовых вод в западном Донбассе

И.Н. Подрезенко, С.П. Сердюк, кандидаты геолого-минералогических наук
Н.С. Остапенко, кандидат химических наук
С.А.Кравец, инженер

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины

Досліджено можливість використання закономірностей розвантаження високомінералізованих вод у районі глибинних розломів під час проектування водозабірних свердловин для поливу сільськогосподарських культур.

Использование грунтовых и поверхностных вод для орошения сельскохозяйственных культур требует знаний их природной загрязненности. Полив грунтовыми водами без учета направления их движения относительно района разгрузки высокоминерализованных вод может привести к засолению почв в виде подтока этих минерализованных вод к водозаборной скважине. Поэтому информация о природе и характере разгрузки ювенильных вод дает возможность принимать решения заложении водозаборных скважин [1].

Так, в районе слияния р. Волчья и р. Самара, где на их ионный состав и общую минерализацию оказывает влияние разгрузка ювенильных вод через трещиноватую зону Орехово-Павлоградского глубинного разлома, минерализация вод в реках Волчья и Самара достигает 6,3 г/л, а содержание ионов хлора до 2,5 г/л. Выше по течению рек минерализация в этом же промежутке времени соответственно равна 3,0 г/л (с. Троицкое–водопост Василькова) и 3,30 г/л (с. Вербки – ниже водоотлива 11 шахт Западного Донбасса) [2–3]. Такая же картина повышения минерализации вод (только с увеличением срока эксплуатации и размера депрессионной воронки) водозаборных скважин, нами была увязана с подтоком ювенильных вод из трещинной зоны глубинных разломов [2–4]. Подток высокоминерализованных вод из трещинных зон глубинных разломов к водозаборным скважинам и поверхностным водам не исследовался. Поэтому **целью данной работы** явилось выявление зон разгрузки ювенильных вод для принятия решений о заложении водозаборных скважин вблизи глубинных разломов.

В Павлоградско-Петропавловском районе водовмещающими породами докембрийского возраста, вскрытыми на глубинах 21,2–208,5 м, являются граниты, гранитогайсы и диабазы, среди которых наибольшей водообильностью обладают верхние наиболее выветренные и трещиноватые зоны. Удельный дебит скважин изменяется от 0,002 до 0,29 л/с. Статический уровень воды, в зависимости от рельефа поверхности, наблюдается на глубине 2,9–52,0 м. Высота напора вод достигает 3,75–31,7 м выше кровли

водосодержащих пород. Сухой остаток достигает 4,34 г/л. Воды докембрия сульфатно-натриевые, с повышенным содержанием Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Водоносный горизонт, приуроченный к девонским отложениям, имеющий выход под покровные кайнозойские отложения, в виде узкой полосы, шириной 500–800 м, в юго-западной части района залегает непосредственно в кровле кристаллического массива. Водовмещающими породами являются глинистые известняки с прослоями зеленоватых глин и плотными песчаниками, суммарной мощностью, редко превышающей 15–25 м. Удельный дебит скважин изменяется от 0,035 до 0,35 л/с. Взаимосвязь подземных вод девона с закарстованными известняками нижнего карбона происходит, как правило, по системе крупных тектонических нарушений. В поверхностной зоне (до глубины 70–100 м) во всех горизонтах девонских отложений преобладают воды сульфатно-натриево-кальциевого типа с минерализацией 2–3 г/л, хотя изредка встречаются сульфатно-гидрокарбонатные или сульфатно-хлоридно-кальциево-магниевые и натриево-кальциевые с минерализацией от 0,9 до 3,5 г/л. На глубинах 300–450 м воды имеют в основном хлоридно-сульфатно-натриевый и даже хлоридно-натриевый состав с минерализацией до 7 г/л.

Турнейский водоносный горизонт приурочен к известнякам и песчаникам, залегающим на девонских образованиях, а в местах отсутствия последних – на кристаллическом массиве. В юго-западной части турнейские отложения выходят под покровные отложения в виде узкой полосы шириною 1,5–3,5 км, разорванной на отдельные блоки, где залегают на глубине 30–70 м от поверхности земли. Мощность турнейских известняков изменяется от 25–30 м на западе, до 102,4 м на востоке и погружаются под песчано-глинистые отложения визейского яруса на северо-восток. Высота напора турнейского водоносного горизонта изменяется от 25 до 120 м. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 1–47 м ниже поверхности земли. Пьезометрическая поверхность имеет уклон от водоразделов в сторону долин рек Самара, Волчья, Днепр и их притоков. Удельный дебит скважин изменяется в широких пределах, колеблясь от 0,003 до 10,8 л/с в зонах тектонических разломов. Питание водоносного горизонта происходит за счет вод кристаллического массива, вод вышележащих водоносных горизонтов: визейского, бучакского, харьковского, с которыми до глубины 150 м происходит активная гидравлическая связь. Минерализация вод в пределах 1,50–2,85 г/л. Вода сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевого типа. Так, в скважине 5903 на глубине 132,6 м (р. Подпильная, в 4 км юго-восточнее с. Песчанка, Новомосковский район) вода хлоридно-натриево-кальциевого состава с минерализацией 26 г/л, расположена в зоне глубинного разлома кристаллического фундамента, проекция которого на поверхности земли трассируется от с. Троицкое (ответвление от Орехово-Павлоградского глубинного разлома, район низовья р. Волчья)–озеро Солёный Лиман–балка Скутовая (район села Марьяновка)–р. Кильчень. Орехово-Павлоградский разлом и его ответвление определены Г.В. Жуковым, Г.И. Каляевым, А.К. Прусс и В.А. Рябенко [5–6].

Водоносными породами визейской толщи являются трещиноватые известняки, песчаники и каменные угли. Алевролиты и аргиллиты – практически безводные породы и служат водоупором. Среди водосодержащих пород наиболее выдержанными как по мощности, так и по площади распространения являются песчаники C_1SC_4 . Водообильность визейских отложений невысокая и характеризуется своей неравномерностью. Удельный дебит скважин, опробывавших эти отложения, изменяется от 0,000082 до 0,403 л/с. Установлено, что наибольшей водообильностью отличается верхняя, наиболее выветренная, трещиноватая зона, имеющая распространение на глубину до 150 м. Кроме того, повышение водообильности (до 0,17 л/с) отмечается на площади выхода карбоновых песчаников под бучакские водонасыщенные пески и к зонам тектонических нарушений. Высота напора достигает 80–150 м выше кровли водоносного горизонта. Пьезометрический уровень воды на водоразделе залегает на глубинах 50–80 м, а в пониженных участках местности устанавливается выше поверхности земли на (+2)–(+3) м, самоизливаясь с небольшим дебитом. Паводок рек района обычно происходит во второй половине марта, а повышение уровня визейского водоносного горизонта отмечается в конце апреля–мая. Такое запаздывание подъема уровня воды свидетельствует о слабой естественной взаимосвязи визейского водоносного горизонта с поверхностными водами.

Отметим, что верхние угольные пласты C_7^4 ; C_8^4 – C_{12} ; C_{13} по сравнению с нижними C_0 – C_1 ; C_6^6 имеют повышенное содержание аналитической влаги и более водообильны. Минерализация вод визейского водоносного горизонта изменяется от 0,109 до 65,83 г/л, в среднем составляет 13,04 г/л. Причем с глубиной минерализация увеличивается, а там, где происходит смешивание более пресных вод покровных отложений с водами карбона, минерализация снижается до 0,109–1,5 г/л. Из катионов преобладает сумма $Na^+ + K^+$ от 1000 до 4000 мг/л, а иногда и до 22835 мг/л. Из анионов преобладают хлориды при среднем значении 7157 мг/л. Среднее значение SO_4^{2-} составляет 186 мг/л. По типу минерализации воды визейского яруса относятся к хлоридно-натриевым, реже хлоридно-натриево-кальциевым. Так, в скважине 142, на глубине 541,4 м (Новомосковский район, с. Марьяновка, верховье балки Скутовая), минерализация вод визейского яруса составляет 59 г/л. Воды хлоридно-натриево-кальциевые, приурочены к восточной стороне глубинного разлома, трассирующего по линии с. Троицкое–озеро Солёный Лиман–с. Марьяновка–р. Кильчень. Данный глубинный разлом является ответвлением от глубинного Орехово-Павлоградского разлома, который в пределах Павлоградско-Петропавловского района по проекции на поверхность земли трассируется: р. Верхняя Терса–р. Волчья–с. Троицкое–г. Павлоград–с. Вербки–р. Малая Терновка. В скважине 4094, на глубине 280,1 м (район с. Вербки), минерализация визейского водоносного комплекса составляет 24,8 г/л. Воды хлоридно-натриево-кальциевого состава. Эти же воды вне трассирования глубинных разломов, идущих по кристаллическому комплексу докембрийских образований, имеют пониженную минерализацию. Например, в скважине 1402

(правый берег р. Самара, район с. Петровка) минерализация вод песчаника E_9SF_1 составила 1,3 г/л. Воды сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевого состава.

С глубинными разломами кристаллического фундамента Украинского щита Орехово-Павлоградский, Криворожско-Павловский и другими Я.Н. Белявцев, С.С. Быстревская, В.К. Гавриш и А.И. Недошевенко [7–8] связали наличие термальных минеральных подземных вод. В нашем случае в Павлоградско-Петропавловском и в прилегающих к нему районах с положением глубинных разломов увязывается повышенная минерализация вод (24,8–150,0 г/л), преимущественно хлоридно-натриевого состава (скважины 5903; 142; 4094).

В триасовом водоносном горизонте, где их опробование происходило в районе зон глубинных разломов, в скважине 666 (глубина 128,5–147,2 м, р. Малая Терновка, район с. Морозовское) – воды хлор-натриевого состава с минерализацией 9,2 г/л; скважина 140 (глубина 108 м, район озера Солёный Лиман) – воды хлор-натриевого состава с минерализацией 26,5 г/л; скважина 310 (глубина 183,3 м, район с. Марьяновка) – воды хлор-натриевого состава с минерализацией 54,5 г/л. В местах отсутствия глубинных разломов воды триасового горизонта имеют минерализацию 0,7–2,0 г/л (хут. Морозовское, с. Благодатное, с. Каховка).

В юрском водоносном горизонте в скважине 53 (глубина 104,0 м, левый берег р. Волчья, район с. Красная Нива) – воды хлоридно-натриевого состава с минерализацией 43,3 г/л. Гораздо северо-восточнее от скважины 53, в районе р. Терновка в скважинах 917 (глубина 115,7 м) и 926 (глубина 88,8 м) — воды юрского водоносного горизонта имеют минерализацию 0,7–2,0 г/л. Воды здесь смешанного состава. Из анионов большое распространение получили HCO_3^- и SO_4^{2-} .

В бучакском водоносном горизонте ($Pq_2b\delta$) наибольшая минерализация 7,1 г/л отмечена в скважине 9 (глубина 67,6 м, западнее озера Солёный Лиман). Воды хлоридно-натриевого состава. Вне действия глубинных разломов средняя величина сухого остатка составляет 1,528 г/л.

И в харьковском водоносном горизонте в скважине 99 (глубина 32 м, г. Павлоград) мы наблюдаем преимущественно воды хлор-натриевого состава с общей минерализацией 1,0 г/л, который приурочен здесь к Криворожско-Павловскому глубинному разлому. Харьковский водоносный горизонт, имея активную гидравлическую связь с водами рек в этом районе, за счет разбавления этими водами значительно уменьшил свою минерализацию. Но тем не менее преобладающий состав вод остался хлоридно-натриевым. Вне действия глубинных разломов в водах харьковского водоносного горизонта преобладающее значение имеют ионы SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} .

В озере Солёный Лиман воды хлоридно-натриевого состава. В зависимости от засушливости их минерализация изменяется от 15,9 до 106,4 г/л. Такой перепад в минерализации данных вод, на наш взгляд, не может быть только связан с испарением. В данном случае немаловажный вклад в минерализацию озера Солёный Лиман оказывает подток ювенильных вод и подземных вод других горизонтов, которые не разбавляются атмосферными осадками [9].

По данным ИППЭ НАН Украины [10], выше 1 км впадения р. Бык в р. Самара минерализация воды в течение года изменялась в пределах 1,35–4,85 г/л (в среднем 2,84 г/л), а жесткость – 15,5–30,9 мг-экв/л; ионов SO_4^{2-} от 422 до 2018 мг/л; Cl^- – 130–988 мг/л; HCO_3^- – 305–323 мг/л; Na^+ – 394–1027 мг/л; Mg^{2+} – 24,8–214 мг/л; Ca – 150–513 мг/л. Повышенное значение минерализации, а также содержание ионов сульфата хлора и натрия в водах р. Самара выше впадения в р. Бык нельзя объяснить шахтным водоотливом из шахт Центрального Донбасса, так как движение грунтовых вод направлено по течению р. Самара. Сравнение минерализации вод р. Бык в районе с. Самарское и вод р. Самара ниже 1 км от впадения в нее р. Бык показало, что максимальная минерализация вод здесь находится в пределах 4–5 г/л, а максимальное содержание ионов SO_4^{2-} – 1787–1994 мг/л; Cl^- – 938–988 мг/л; Na^+ – 831–1320 мг/л, что соответствует их содержанию в р. Самара выше 1 км от впадения в нее р. Бык. Следовательно, минерализация и ионный состав здесь контролируются не шахтным водоотливом Центрального Донбасса, а разгрузкой глубинных ювенильных вод Украинского щита. Сам участок расположен в соответствии с гидрохимической зональностью в области разгрузки ювенильных вод в зоне преобладания ионов SO_4^{2-} . При этом установлено, что в районе г. Петропавловск на глубине 370 м (скважина 1902) в отложениях нижнего карбона обнаружены хлор-натриевые воды с минерализацией 24,7 г/л и содержанием бария – 14–130 мг/л, радона – 2 эман и повышенным метановыделением. Поэтому можно утверждать, что район слияния рек Бык и Самара является зоной разгрузки глубинных ювенильных вод Украинского щита.

Отметим также еще три участка разгрузки ювенильных вод Украинского щита в пределах Западного Донбасса.

Первый – район г. Павлоград. Здесь проходит Орехово-Павлоградский глубинный разлом. Ранее было отмечено приуроченность к глубинному разлому в этом районе вод хлор-натриевого состава. Кроме этого факта, можно привести и результаты минерализации вод р. Гнездка, дренирующей более глубокие слои грунтовых вод аллювия. Вода характеризуется хлоридно-сульфатно-магниевым-натриевым составом с минерализацией 4,3 г/л и жесткостью 30 мг-экв/л и является непригодной для хозяйственно-бытового использования. Водозабор химического завода также находится в зоне влияния Орехово-Павлоградского разлома. С начала эксплуатации водозабора здесь наблюдался рост минерализации на 0,6 г/л и жесткости на 5,1 мг-экв/л.

Второй – слияние рек Волчья и Самара. В этом районе существенное влияние на минерализацию вод р. Самара оказывают как Орехово-Павлоградский глубинный разлом, так и его ответвление, что связано с движением от этих разломов по направлению к слиянию двух рек и грунтовых, и подземных вод.

Третий – район г. Новомосковск. Разгрузка ювенильных вод Украинского кристаллического щита здесь увязывается с глубинным разломом, трассирующимся по линии с. Троицкое–озеро Солёный Лиман. По данным Днепропетровского Национального горного университета, содержание ионов

сульфата SO_4^{2-} здесь достигает 1300, кальция – Ca^{2+} до 300 мг/л с общей минерализацией воды до 2,5 г/л. В этом случае район г. Новомосковск попадает в гидрохимическую зону преобладания ионов SO_4^{2-} .

Таким образом, приуроченность разгрузки высокоминерализованных хлоридно-натриевых ювенильных вод к глубинным разломам для всех водоносных горизонтов Западного Донбасса позволяет заранее определять места возможного заложения водозаборных скважин с целью использования вод для полива сельскохозяйственных культур.

Библиография

1. *Подрезенко И.Н.* О факторах, влияющих на гидрохимический и гидрологический режимы гидросферы при эксплуатации угольных шахт Западного Донбасса / *И.Н. Подрезенко, И.А. Краснопольский* // *Екологія і природокористування*. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 13. – С. 155–163.

2. Оценка влияния горнодобывающей промышленности на экологическую обстановку в Днепропетровской области: отчет ДГИ / науч. руководитель *А.Г. Шапарь*. – Днепропетровск, 1992. – 218 с.

3. Комплексная оценка экологической ситуации в области, прогноз ее изменения, разработка и поэтапная реализация мониторинга оздоровления окружающей среды: отчет ИППЭ НАНУ / науч. руководитель *А.Г. Шапарь*. – Днепропетровск, 1994. – 79 с.

4. Оценка инженерных мероприятий и разработка технологической схемы охраны природных вод Западного Донбасса: отчет ДГИ /отв. исполнитель *А.М. Антропцев*. – Днепропетровск, 1988. – 154 с.

5. *Каляев Г.И.* Тектоника Украинского щита / *Каляев Г.И., Крутиховская З.А., Жуков Г.В.* – К. : Наукова думка, 1972. – 300 с.

6. *Рябенко В.А.* Основные черты тектонического строения Украинского щита / *В.А. Рябенко*. – К. : Наукова думка, 1970. – 125 с

7. *Белявцев Я.Н.* Опыт применения телевизионных космических снимков Земли при региональном тектоническом анализе / *Я.Н. Белявцев, С.С. Быстревская* // *Геол. журн.* – 1978. – Т. 38, вып. 2. – С. 130–135.

8. *Быстревская С.С.* Космотектоническая карта территории Украины и ее прогнозные значения / *С.С. Быстревская, В.К. Гавриш, А.И. Недошевенко* // *Геол. журн.* – 1985. – Т. 45, вып.6. – С. 18–24.

9. *Подрезенко И.Н.* Применение гипотезы о проявлении сил гравитационной упругости при решении геоэкологических задач (на примере Западного Донбасса) / *И.Н. Подрезенко, Я.Я. Сердюк* // *Екологія і природокористування*. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 10. – С. 179–182.

10. Розробка наукових засад прогнозування небезпечних геоекологічних процесів на території вугледобувних регіонів: звіт ІППЕ НАНУ/ наук. керівник *А.Г. Шапарь*. – Дніпропетровськ, 2008. – 165 с.