

УДК 556.388.07:553.551.4 (477.62)

Н.Г. Курочкина, Н.А. Белокопытова, В.Ю. Сынах, И.Д. Батрий

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФЛЮСОДОЛОМИТНОГО СЫРЬЯ НА ЮГЕ ДОБАССА

Район исследований, расположенный в пределах Донецкого кряжа и Приазовской возвышенности, характеризуется интенсивной техногенной нагрузкой на подземную гидросферу. Добыча флюсодоломитного сырья открытым способом приводит к негативным изменениям окружающей среды, в связи с чем возникает необходимость в периодической оценке влияния горных работ на эколого-гидрогеологические условия исследуемой территории.

Подземные воды на исследуемом участке распространены во всех стратиграфических подразделениях – в отложениях докембрия, перми, девона и карбона, и в плане представляют единый водоносный комплекс. Основными водовмещающими породами являются трещиноватые известняки, доломиты и доломитизированные известняки нижнего карбона. Мощность отложений достигает 330 и более метров.

На изучаемой территории водоносный горизонт нижнекарбоновых отложений эксплуатируется 7-ю водозаборами, основным из которых является водозабор Кипучая Криница, существующий с дореволюционного времени. В прошлом этот водозабор работал на самоизливе. В результате интенсивного водоотбора и водоотлива из карьеров уровень подземных вод понизился на 15-18 м. Флюсодоломитное сырье отрабатывается 13-ю карьерами, один из которых (Доломитный Новотроицкого РУ) затоплен с 1969 г., а один (Дальний) затопливается с 1996 г. Начиная с 2000 г., планируется отработка Родниковского месторождения флюсодоломитного сырья открытым способом. Проектируемый карьер находится в 1,75 км от водозабора Кипучая Криница (рисунок). Главной водной артерией является р. Кальмиус с правобережным притоком р. Мокрой Волновахой, в которую впадает р. Сухая Волноваха. Карьерные воды сбрасываются в реки.

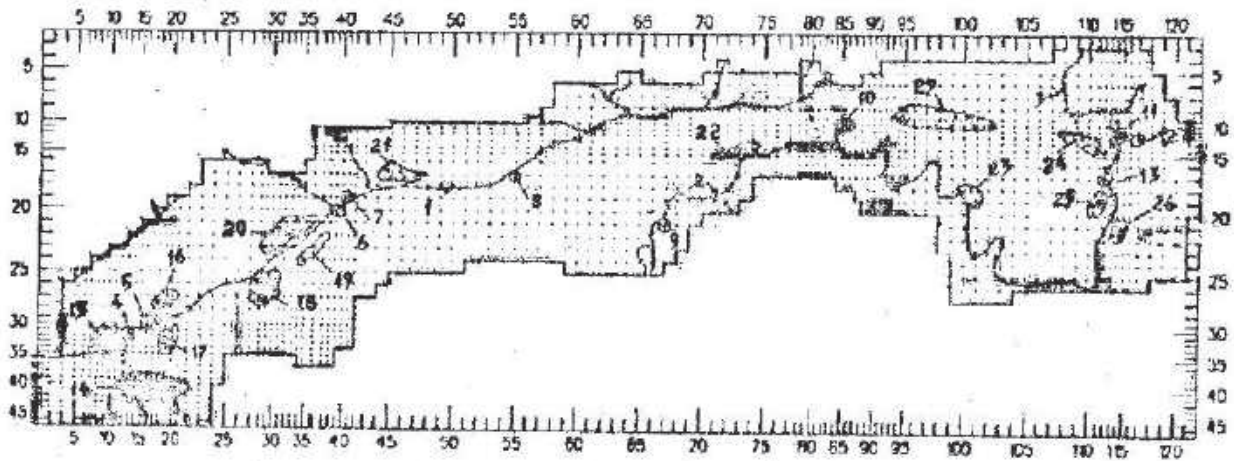


Рисунок – Схема разбивки области фильтрации

Условные обозначения. *Реки*: 1 – Сухая Воиновка, 2 – Мокрая Воиновка, 3 – Кальмус. *Водозаборы*: 4 – Новотроицкий; 5 – Воиновский, 6 – Центральный, 7 – Майка, 8 – Шевченкоковский, 9 – Стыльский, 10 – Кипучая Крушица, 11 – Комсомольский, 12 – Бешевский, 13 – Южный. *Карьеры*: 14 – Западно-Доломитный, 15 – Известняковый Западный, 16 – Известняковый Восточный; 17 – Доломитный (затопленный); 18 – Доломитовый (ДФДК); 19 – Восточно-Комсомольский, 20 – Центральный, 21 – Восточный, 22 – Стыльский, 23 – Дальний, 24 – Северный, 25 – Южный, 26 – Жегелевский, 27 – проектируемый Родивковский

Изменение гидрологических, гидрогеологических и гидрохимических условий под влиянием техногенного воздействия в районе флюсодобывающих предприятий юга Донбасса привело к необходимости оценки влияния горных работ на подземные воды как в региональном плане, так и на локальных участках. Для решения поставленной задачи на основе материалов Приазовской ГРЭ, Докучаевской ГТП и Комсомольского рудоуправления были созданы региональная (рисунок) и локальные модели. В разрезе модели представлены единым водоносным комплексом кайнозойских, мезозойских и докембрийских отложений. Площадь региональной модели составляет около  $653 \text{ км}^2$ .

При решении обратных стационарных и нестационарных задач учитывались перенос русел рек возле карьеров Восточного, Стыльского и Дальнего, уменьшение площади карьеров в связи с их углублением и увеличение коэффициентов фильтрации пород вокруг карьеров в результате взрывных работ и активизации карстообразования, а также увеличение коэффициентов фильтрации подрусловых отложений в зоне влияния водозаборов и карьеров. Значительное уменьшение мощности водоносного горизонта и, следовательно, его водопродимости в результате интенсивного водоотбора и водоотлива обусловило решение задач в нелинейной постановке. Контрольными данными при корректировке моделей служили абсолютные отметки уровня и направленность потоков подземных вод, пределы возможного изменения значений водопродимости, водопритоки в карьеры на различные периоды време-

ни, потери речного стока и разгрузка подземных вод в реки на участках гидрометрических съемок, подъем уровня воды при затоплении карьера Дальнего.

Таблица 1 – Балансовые составляющие подземных вод

Балансовые составляющие, тыс.м <sup>3</sup> /сут	Естественные условия		1949г.		1959г.		1972г.		1996г.	
	Приход	Расход	Приход	Расход	Приход	Расход	Приход	Расход	Приход	Расход
Взаимосвязь подземных и поверхностных вод, в т.ч.	5.1	23.5	28.6	11.7	46.6	45.6	65.8	92.9	220.4	244.4
водоотлив из карьеров	–	–	–	–	–	38.4	–	83.2	–	236.3
Расход скважин	–	–	–	38.6	–	50.2	–	68.7	–	61.2
Инфильтрация атмосферных осадков	13.4	–	13.4	–	13.4	–	13.4	–	13.4	–
Инфильтрация техногенных утечек	4.9	–	4.9	–	15.5	–	20.3	–	21.7	–
Емкостная составляющая	–	–	–	–	26.7	6.4	64.3	2.2	50.6	0.7
<b>ВСЕГО</b>	<b>23.4</b>	<b>23.5</b>	<b>46.9</b>	<b>50.3</b>	<b>102.2</b>	<b>102.2</b>	<b>163.8</b>	<b>163.8</b>	<b>306.1</b>	<b>306.3</b>

В соответствии с данными наблюдений и результатами решения обратных задач (табл. 1) наблюдается тенденция роста водоотлива из карьеров по мере их углубления. На начальных этапах эксплуатации, при переходе с одного горизонта отработки на другой, водопритоки в карьеры увеличивались в 1.3–4 раза. В дальнейшем, при углублении карьеров и уменьшении площади обрабатываемых горизонтов в 0.5–0.9 раз, водопритоки в карьеры при переходе на новый горизонт отработки увеличивались в 1–3 раза, и к 1995г. они составили 236.3тыс.м<sup>3</sup>/сут, т.е. 97% от общей разгрузки подземных вод в поверхностные водотоки.

Под влиянием водоотбора изменились условия взаимосвязи подземных вод с поверхностными. Произошла инверсия подземного потока, фильтрационные потери из рек в водоносный горизонт увеличились на 191.8тыс.м<sup>3</sup>/сут по сравнению с 1949г.

Усилились процессы карстообразования – появились воронки и провалы. Воздействию экзогенных процессов наиболее подвержены долины водотоков и склоны террас. В пределах радиусов влияния карьеров и водозаборов за период 1972-95гг. коэффициенты фильтрации водосодержащей карбонатной толщи увеличились в 2.5-5раз, а параметры взаимосвязи поверхностных вод с подземными – в 1.5-10 раз.

Увеличилось техногенное питание водоносных горизонтов на участках отвалов горных пород и вблизи карьеров, обусловленное специфическими условиями водообмена вблизи карьеров и на отвалах. В связи с этим на участках отвалов наблюдался подъем уровня подземных вод, составивший к 1995г. по сравнению с естественными условиями 1-3м в районе карьеров Доломитного (Д(Ф)ДК) и Дальнего.

Скорость снижения уровня подземных вод возле карьеров достигает 4.8-9.6м/год при переходе на новый горизонт работ и 1.1-2.3м/год при отработке карьера на одном горизонте в течение нескольких лет. Под влиянием водоотбора на водозаборе Кипучая Криница и водоотлива из карьера Стыльского скорость снижения уровня подземных вод в скважинах водозабора составила 3.2-3.6м/год, на остальной территории она изменяется от 0.4 до 1.1м/год.

На созданных моделях массопереноса были решены обратные гидрохимические задачи на период 1972-95гг. Минерализация подземных вод в 1995г. на участках водозаборов составляла 1.41-2.33г/дм<sup>3</sup> (на водозаборе Кипучая Криница – 1.79-2.33 г/дм<sup>3</sup>).

На региональной и локальных моделях было решено несколько прогнозных вариантов, позволивших оценить комплексное влияние отработки карьеров и водоотбора подземных вод для целей водоснабжения на водоносный горизонт карбонатной толщи. На региональной модели был рассмотрен вариант отработки проектируемого Родниковского карьера с востока на запад, затопление карьеров Дальнего с 1996г. и Стыльского с 1998г. при отработке остальных карьеров до проектных отметок. На локальных моделях рассматривались варианты затопления карьера Дальнего с 1996г., отработка Стыльского карьера до проектной отметки или его затопление с 1998г., отработка проектируемого Родниковского карьера с запада на восток при эксплуатации остальных месторождений до проектных отметок.

По результатам решения прогнозных задач основными статьями формирования водоотлива из карьеров будут являться фильтрационные потери из рек – 87%, инфильтрация техногенных и атмосферных осадков – 8%, емкостные запасы – 5%. Уменьшение водопритоков в карьеры связано с прекращением водоотлива из затоп-

ливаемых карьеров, повышением уровня подземных вод вокруг них и перераспределением подземного потока (табл. 2).

Таблица 2 – Балансовые составляющие подземных вод на прогнозный период

Балансовые составляющие, тыс.м <sup>3</sup> /сут	2015г.		2028г.		2031г.	
	Прих од	Расх од	Прих од	Расх од	Прих од	Расхо д
Взаимосвязь подземных и поверхностных вод, в т.ч.	185.4	182.4	188.7	204.1	190.0	127.9
водоотлив из карьеров	–	171.6	–	168.3	–	117.4
Расход скважин	–	61.2	–	61.2	–	61.2
Инфильтрация атмосферных осадков	13.4	–	13.4	–	13.4	–
Инфильтрация техногенных утечек	23.3	–	23.3	–	23.3	–
Емкостная составляющая	21.4	0.1	40.1	0.2	31.9	69.4
<b>ВСЕГО</b>	<b>243.5</b>	<b>243.7</b>	<b>265.5</b>	<b>265.5</b>	<b>258.6</b>	<b>258.5</b>

При затоплении карьера Дальнего подъем уровня подземных вод в нем через 20 лет составит 84м в условиях отработки карьеров Северного, Южного, Жетолевского и Родниковского. Основное влияние затопления карьера Дальнего распространится на площади 3км<sup>2</sup>, представленной карбонатной толщей. Подъем уровня подземных вод к 2017г. на расстоянии 1км от зумпфа в сравнении с августом 1996г. (начало затопления) в разных направлениях достигнет 8.5-81.7м, в т.ч. на участке водозабора Кипучая Криница – 7.9-8.4м.

Установлено равнозначное влияние на водозабор Кипучая Криница отработки карьеров Стыльского и Родниковского. Максимальное дополнительное понижение на водозабор составит около 6м к 2028г. Дополнительное понижение на водозаборе к этому году под влиянием отработки только Родниковского карьера не превысит 1.2-3.5м, а под влиянием только Стыльского карьера – 1.1-2.8м. При отработке сырья с запада на восток влияние эксплуатации Родниковского карьера на водозабор Кипучая Криница будет меньше, чем при отработке с востока на запад.

При мокрой консервации Стыльского карьера с 1998г. уровень подземных вод на водозаборе Кипучая Криница начнет подниматься. Влияние эксплуатации Родниковского карьера (отработка сырья с запада на восток) на водозабор скажется только к 2028г., причем дополнительное понижение не превысит 1м, в то время как

при отработке с востока на запад оно составит 3м. Водоотбор подземных вод и водоотлив из карьеров приведут к ухудшению качества подземных вод на водозаборах. Минерализация воды в скважинах водозаборов увеличится на 0.7-0.9г/дм<sup>3</sup> за счет подтягивания минерализованных вод слабопроницаемых отложений и составит к 2017г. 2.1-2.8 г/дм<sup>3</sup>.

Созданные модели могут быть использованы для решения разнообразных эколого-геологических проблем, возникающих при изменении горизонтов отработки карьеров и их затоплении, а также при выполнении работ по переоценке запасов подземных вод карбонатной толщи юга Донбасса.

УДК 556.388.07:622 (477.63)

Н.А. Белокопытова, В.Ю. Синах., С.О. Просеико, Т.Н. Кулькова, И.Д. Багрий

### МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ КРИВБАССА В УСЛОВИЯХ ВЫВОДА ШАХТ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Кривбасс характеризуется сложными геолого-гидрогеологическими и тектоническими условиями, которые изменяются под влиянием отработки рудных залежей, техногенных бассейнов рудничных и технических вод, «мокрой» консервации шахт, затопления карьеров и др. Сочетание промышленно-городской агломерации и горнодобывающих предприятий привело к резкому изменению природных условий, в частности, к нарушению режима подземных вод в региональном плавне. Огромные территории под влиянием горных работ осушены до глубин 500 и более метров. Произошла смена участков разгрузки водоносных горизонтов, появились техногенные области разгрузки – зоны сдвижения и обрушения пород, дренаж горных выработок. Изменилось направление движения подземных вод и увеличились градиенты потоков.

Мокрая консервация шахт и затопление карьеров приведут к повышению уровня подземных вод и возможному подтоплению территории на участках смыкания уровня подземных вод кристаллических пород с уровнем подземных вод осадочного комплекса, перераспределению водоотлива на действующих шахтах, подъему высокоминерализованных шахтных вод, изменению речного стока. В связи с этим возникла необходимость прогнозной оценки гидрогеологической обстановки Кривбасса в условиях реструктуризации горнодобывающих предприятий. Основные задачи такого прогнозирования включают: прогноз режима подземных вод под воздействием