

УДК 504.06 (06)

Должиков П.Н., д.т.н., проф.,

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Легостаев С.О., соиск.,

*Шахтинский техникум дизайна и сервиса, г. Шахты, Россия*

Талалаева В.М., асс.,

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

## **АНАЛИЗ ГИДРОАКТИВИЗАЦИИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПОДТОПЛЕНИИ ШАХТИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЙОНА**

В настоящее время на закрытых и закрываемых угольных шахтах Восточного Донбасса (Ростовская область) осуществляется мониторинг социально-экологических последствий их ликвидации. В 2018 – 2019 гг. мониторинг проводился на 49 шахтах (включая 2 участка горного отвода действовавших шахт), в том числе: ОАО «Ростовуголь» – 22; ДАО ОАО «Ростовуголь» – 6; ОАО «Шахтуголь» – 11; ДАО «Донецкое» – 5; ОАО «Гуковуголь» – 5. В настоящее время процесс затопления горных выработок завершён на 41 шахте [1].

Ликвидация шахт и вызванные ей процессы природно-техногенного характера охватили весьма значительные территории в угледобывающем бассейне, в пределы которых входят города и шахтёрские посёлки.

Проявляющиеся при этом негативные горно-экологические последствия приобрели особую значимость, в частности:

- увеличение трещиноватости горных пород, и как следствие, снижение их прочностных характеристик, породный массив имеет межслоевые расслоения, зависания горных пород во фланговых частях горных выработок и крупные подземные пустоты в очистных выработках на малых глубинах;

- массив горных пород имеет значительное количество подготовительных и капитальных наклонных и вертикальных горных выработок, погашенных в разное время и с различной степенью удовлетворительности с остаточной пустотностью, равной 0,2-0,4;

- резко увеличилось количество аэрогидравлических связей выработанного пространства с действующими горными предприятиями и земной поверхностью;

- изменилась гидродинамическая структура и режим подземных вод, возникли зоны гидродинамического напряжения, образовались локальные и общие депрессионные воронки;

-промышленные и гражданские здания и сооружения в зависимости от срока службы оказались многократно подработаны, получили повреждения, несущие строительные конструкции имеют серьезные деформации.

- произошли значительные оседания подработанной толщи горных пород, величины которых различны по площади;

Наиболее сложным вопросом остается соблюдение условий гидрогеологической безопасности и предотвращение процессов подтопления и заболачивания территорий земной поверхности.

По сложности решаемых гидрогеологических задач при затоплении выработок выделяются две категории шахт:

- одиночные, обособленно расположенные шахты;
- шахты, соседствующие с эксплуатируемыми предприятиями.

Для первой категории шахт первостепенной является задача предотвращения подтопления земной поверхности. Более сложное положение возникло для закрываемых шахт второй категории. В данном случае должно быть одновременно обеспечена безопасность работ в действующих шахтах и недопущение подтопления территорий.

Горно-экологическая ситуация осложнена тем, что в ряде случаев точность гидрогеологического прогноза снижается из-за отсутствия достоверных данных об объемах выработанного пространства, величине водопритока в выработки, сведения о гидравлических связях между шахтами, данные о горнотехнических показателях.

Методика прогноза подтопления участков земной поверхности основывается на анализе гидрогеологической ситуации, сложившейся на окончательном этапе эксплуатации горного предприятия. Изучаются и анализируются следующие данные:

- колебания уровня шахтных вод;
- изменчивость условий обводненности горных выработок под участками с минимальными отметками земной поверхности, где возможен выход шахтных вод;
- глубина залегания грунтовых вод по данным замеров при детальном гидрогеологическом обследовании шахтного поля;
- водность года и сезон, к которому приурочены замеры уровней вод для оценки масштабов подтопления
- сведения о расстояниях между выработками затапливаемой шахты и близлежащими водоемами.

В Шахтинском угольном районе водоносные горизонты верхнечетвертичных и современных аллювиально-делювиальных отложений распространены в долинах рек Грушевка, Аюта, Атюхта в пределах пойменной и двух надпойменных террас. В верховьях рек водовмещающие породы аллювия залегают непосредственно на породах карбона, при этом нижние горизонты аллювия часто вмещают крупно- и мелко обломочный материал из

подстилающих пород. Сложная гидрогеологическая обстановка, сложившаяся на горных отводах ликвидируемых шахт Шахтинского угольного района, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Ликвидируемые шахты Шахтинского района с выходом техногенных вод на поверхность и в грунтовый горизонт

Шахта, шахтоуправление	Дата начала затопления шахты	Проектная дата затопления выработанного пространства / отметка, +м	Фактическая дата затопления/отметка, + м, дата	Средняя скорость затопления, м/сут	Абсолютная. отметка выхода шахтных вод на поверхность, ± м	Дебит выхода шахтной воды на поверхность, видимый/ грунтовый горизонт, м <sup>3</sup> /час	Место выхода шахтных воднаповерхность	Объём затопленного выработанного пространства, млн м <sup>3</sup>	Качество шахтных вод и вод смешанного состава, выходящих на поверхность	Гидрогеологическая связь с выработанным пространством шахт	Максимальная глубина ведения горных работ
«Юбилейная»	06.2002	12.2010/ +120,0	08.2011/+122,21 (18.01.19)	0,199	+103,0 – +110,0	440/около50	берег и пойма р. Аюта	7,0	Mn - 7080 мг/дм <sup>3</sup> ; Fe - 1,14 -мг/дм <sup>3</sup> ; pH - 7,0	«Западная- Капитальная» «Аютинская»	850
«Аютинская»	01.2008	12.2010/ +115,0	08.2011/+113,44 (18.01.19)	0,231	+103,0 – +105,0	71/около20	берег и пойма р. Аюта	8,95	Mn - 7130 мг/дм <sup>3</sup> ; Fe - 1,42 -мг/дм <sup>3</sup> ; pH - 7,0	«Юбилейная» «Наклонная»	890
«Наклонная»	03.1998	03.2001/ +95,0	11.2008/+98,53 (15.12.18)	0,279	+88,0 – +89,0	-/около20	Артемовское водохранилище	2,7	-	ШУ «Мирное» «Аютинская»	1060
№10 ШУ «Калиновское»	12.1999	07.2000/ +135,0	11.2002/+95,15 (12.07.17)	0,333	-	-/около10	Выхода нет	0,73	-	-	390
№3 ШУ «Красносулинское»	10.2000	02.2001/ +106,7	02.2003/+110,72 (01.06.17)	0,305	-	-/около10	Выхода нет	0,43	-	-	260
№4 ШУ «Красносулинское»	07.1997	03.1998/ +162,0	02.2003/+160,43 (29.05.17)	0,226	-	-/около 10	Выхода нет	0,51	-	-	460
№56 ШУ «Красносулинское»	10.2000	03.2002/ +129,9	04.2004/+128,8 (29.05.17)	0,207	+112,0	20/около15	долина р. Кундрючья	0,94	Mn- 4500 мг/дм <sup>3</sup> ; Fe-0,15мг/дм <sup>3</sup> ; pH - 6,8	-	580
№57 ШУ «Красносулинское»	10.2000	07.2001/ +110,0	06.2004/+129,94 (29.05.17)	0,235	-	-/около 10	Выхода нет	1,13	-	-	310

Все подземные горные выработки шахт Шахтинского района расположены в пределах Грушевской части Несветаевско – Шахтинской синклинали. Существовавшая в течение первой половины XX века система отработки угольных пластов в Шахтинском угольном районе предусматривала наличие аэрогидравлической связи и общих подземных горных выработок между соседними шахтами по причине отсутствия собственного водоотлива у большинства шахт.

В местах, где разработка угольных пластов осуществлялась подземным способом, выемка породной массы, а также затопление шахт, привели к нарушению равновесного состояния равновесия горных пород и их сдвигению. Возникающие при этом вертикальные и горизонтальные деформации поверхности проявились в виде проседания и провалов земной поверхности.

На территории горных отводов наблюдаются места рассредоточенных выходов на дневную поверхность шахтных вод, а также самоизливы через устья вскрывающих выработок. Кроме того, с целью поддержания безопасного уровня подземных вод на части шахт осуществляется искусственное водопонижение. Таким образом, шахтные воды поступают как в природные поверхностные водотоки, так и фильтруются в водоносные горизонты.

Сведения о выходах шахтных вод на земную поверхность и природных водоприемниках представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сведения о выходах шахтных вод на земную поверхность и природных объектах-приемниках

№ п/п	Шахта/наименование пункта выхода шахтных вод на земную поверхность	Приемник воды
<b>ДАО «Шахта «Глубокая» АО «Ростовуголь»</b>		
1	Шахтные воды – выход из скипового ствола	р. Кадамовка
<b>Шахта имени Л.Б. Красина ОАО «Ростовуголь»</b>		
2	Шахтные воды из шах. им. Красина – шах. «Нежданная» – шах. «Южная»	р. Атюхта
<b>Шахта «Южная» - филиал ОАО «Ростовуголь»</b>		
3	Шахтные воды – выход из шурфа №5	р. Атюхта
<b>Шахта «Юбилейная» - филиал ОАО «Ростовуголь»</b>		
4	Шахтные воды – выход через массив	р. Аюта
<b>Шахта «Аютинская» - филиал ОАО «Ростовуголь»</b>		
5	Шахтные воды – выход через шурф №10	р. Аюта
<b>Шахта №56 ШУ «Красносулинское» ОАО «Шахтуголь»</b>		
6	Смешанные воды – выход из дренажного коллектора	р. Лихая

По состоянию на 15.10.2018 г. уровень затопления шахты «Глубокая» зафиксирован на отметке (минус) -6,71 м, что на 9,3 м выше проектного уровня (-16,0...-20,0 м). Для обеспечения проектного (безопасного) уровня затопления техногенного комплекса, необходимо обеспечить стабильную работу водоотливного комплекса. Поддержание проектного уровня затопления шахты

«Глубокая» на абсолютной отметке -20,0 м в случае аварии позволит предотвратить подтопление селитебной территории города Шахты.

Уровень затопления шахты «Майская» по состоянию на 15.10.2018 г. находился на отметке (плюс) +46,65 м. По сравнению с уровнем 2016-2017 гг. произошло его понижение на 1,55 м. Для обеспечения безопасного от подтопления северной окраине хутора Красный Кут уровня вод необходимо поддержание его на отметке не выше +48,0 м.

Площадь территории, на которой происходит выход техногенных вод шахты «Юбилейная» на земную поверхность, составила 3,1 га, а площадь комплексного влияния шахтных вод – около 18,0 га. В зоне подтопления, где уровень грунтовых вод расположен на глубине менее 2,5 м от земной поверхности, находятся 111 домовладений посёлка Аютинский по улицам Антипова, Бесконечная, Чехова, Раздорская, Пролетарская и Набережная.

Для обеспечения экологической безопасности населения западной окраины пос. Аютинский необходима разработка и реализация технических мероприятий по устранению подтопления территории или переселения с неё жителей.

Суммарная площадь участков подтопления с прилегающими потенциально опасными по подтоплению участками земной поверхности составляет 47,6 км<sup>2</sup> (более трети от всей территории города Шахты). Наблюдения за деформационным процессом в строительных конструкциях зданий и сооружений показывают, что по целому ряду объектов они являются запредельными. Раскрытие трещин в стенах и на стыках конструкций достигает 1-2 см. Также многие подвальные помещения подтоплены. Такая ситуация связана с активным подтоплением и, как следствие, с ухудшением прочностных свойств грунтов основания фундаментов, что требует их реконструкции [2].

Исходя из вышеизложенного, в целом необходимо продолжить мониторинг гидродинамических показателей природных, подземных и техногенных и шахтных вод, стоков отвалов, их качественного состава, а также геодинамических процессов на площадях горных отводов закрываемых шахт до полной стабилизации гидродинамической обстановки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2018 году» / Под общей ред. Фишкина М.В. – Ростов-на-Дону, 2019. – 372 с.

2. Легостаев С.О. Разработка комплекса природоохранных мероприятий в зоне ликвидированных шахт Восточного Донбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 1. – С. 276-281.