

УДК 622.817.47

Е. Л. ГОЛОВАТЕНКО, В. А. МАРКИН

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБОРОТНЫХ ЦИКЛОВ ВАКУУМ-НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Аннотация. Горнодобывающая промышленность является одной из важнейших отраслей производства. В горной промышленности попутно с добычей полезных ископаемых забирается вода, объем которой в несколько раз превышает объем потребления ее промышленными предприятиями отрасли. Наибольшее отрицательное воздействие на водные объекты Донбасса оказывают сбрасываемые шахтные воды. Это объясняется их огромным притоком, низким качеством по многим показателям, несоответствующим современным требованиям правил охраны поверхностных вод от загрязнения, из-за чего в гидрографическую сеть региона ежегодно поступает около 2 млн т минеральных солей, огромное количество взвешенных веществ. В связи с экологическими проблемами, возникающими в горнодобывающих районах, на шахте должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по охране окружающей среды. Повышение экологической безопасности угольных шахт можно обеспечить за счет использования шахтных вод в оборотных циклах котельных и дегазационных установок.

Ключевые слова: угольные шахты, шахтная вода, оборотные циклы, дегазация, вакуум-насосные станции.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Наиболее сложной и актуальной экологической проблемой угледобывающих регионов, по данным многих авторов, являются сбрасываемые в водные объекты шахтные воды, которые не соответствуют правилам охраны поверхностных вод по четырем критериям:

- а) высокая минерализация, которая обуславливает непригодность речной воды для целей водоснабжения, рыбозаведения и т. д.;
- б) загрязненность взвешенными веществами (90...100 мг/дм³), что вызывает заиливание;
- в) бактериальная загрязненность;
- г) повышенное содержание тяжелых металлов (содержание которых превышает величину ПДК до 15 раз) [1].

По данным Государственного комитета статистики лишь 16 % от общего объема возвратных вод, сбрасываемых в водные объекты Донецкой Народной Республики, составляют сточные воды, а 84 % шахтные. Использование шахтной воды в оборотных циклах вакуум-насосных станций требует проведения исследований и является важной научно-технологической задачей.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ

На практике откаченная шахтная вода или сбрасывается в водные объекты, или используется для различных технических и хозяйственных нужд.

Рассматривая направление использования шахтных (карьерных) вод, можно выделить предприятия, которые постоянно нуждаются в больших объемах воды и находятся в непосредственной близости от горных предприятий. Следует отметить, что сама угольная шахта является крупным потребителем воды [2, 3].

Использование шахтных вод для технического водоснабжения угольных предприятий осуществляют по следующим основным технологическим направлениям:

© Е. Л. Головатенко, В. А. Маркин, 2021

- обогащение угля мокрым способом;
- пылеподавление, орошение и увлажнение угля;
- дегазация угольных пластов;
- кондиционирование воздуха;
- котельные установки;
- выработка сжатого воздуха;
- охлаждение технологического оборудования;
- другие производственные нужды (профилактика породных отвалов, гидрозолоудаление, тушения шлака, гидросмыв просыпей, борьба с пылью на автодорогах и промплощадках, другие технические нужды) [4].

Анализ технологических направлений использования шахтных вод показал, что наиболее крупными потребителями воды с оборотными циклами является дегазационные системы и системы теплофикации. Использование карьерных вод в котельных с применением паровых водотрубных котлов низкого (до 1,4 МПа) давления и водогрейных водотрубных котлов с температурой сетевой воды на выходе до 115 °С при закрытых системах водоснабжения, для производства тепловой энергии, способствует экономии питьевой воды. Вопросы использования вод повышенной минерализации, в частности шахтных вод для промышленных и коммунальных потребителей, рассмотрены в работах С. П. Высоцкого и С. Е. Гулько [5, 6].

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Шахтные воды являются не единственной экологической проблемой, возникающей на угольных шахтах.

Угольные пласты содержат метан. Большая часть метана (около 90 %) находится в угольных пластах в сорбированном состоянии, остальной – заполняет трещины и пустоты в породном массиве и растворяется в подземных водах. Выделение метана из угля возможно при условии нарушения сорбционного равновесия и увеличения проницаемости угленосного массива, по которому газ движется к скважинам, т. е. ведение горных работ.

Выделение метана становится одним из основных факторов, повышающих опасность ведения горных работ в угольных шахтах, о чем свидетельствуют взрывы метановоздушных смесей, которые происходят на шахтах. Таким образом, попутно с добычей угля в выработки выделяется метан. При невысоких уровнях метановыделения в горных выработках производится разбавление метана до безопасных концентраций с помощью средств проветривания (вентиляция)

В тех случаях, когда средствами вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в горных выработках в пределах допустимых Правилами безопасности норм, применяется дегазация, которая является эффективным средством обеспечения безопасных атмосферных условий в горных выработках. Кроме того, дегазация может снять ограничения нагрузок на лавы и темпов проведения горных выработок по газовому фактору.

Дегазационной системой является совокупность средств, которые обеспечивают извлечение и удаление шахтного метана, включая дегазационные скважины, газопроводы, вакуум-насосы, контрольно-измерительную и запорно-регулирующую аппаратуру. Одной из основных составляющих дегазационной системы являются вакуум-насосы и вакуум-насосные станции (ВНС). При дегазации угольных пластов вакуум-насосными установками вода используется как охлаждающая и рабочая жидкость. Поэтому к качеству воды, используемой в оборотных циклах ВНС, существуют определенные требования [7].

Критериями оценки пригодности использования шахтных вод для технических потребностей угольных предприятий являются следующие параметры:

- минерализация (сухой остаток), а также жесткость, щелочность, водородный показатель рН, обусловленные катионно-анионным составом воды;
- содержание загрязняющих веществ I–III класса опасности;
- содержание взвешенных веществ;
- радиационная безопасность;
- эпидемиологическая безопасность;
- запах;
- ограничение показателей отдельных параметров по результатам производственных испытаний (наладки) оборудования или технологического процесса;

– возможность организации зон санитарной охраны (при необходимости) и использования технологии очистки, обеззараживания, водоподготовки шахтных вод и инженерное обеспечение в соответствии со СанПиН 2.2.4-171-10 [8].

Возможность использования шахтных вод для технического водоснабжения должна оцениваться с учетом:

- особенностей условий формирования шахтных вод; химического макро- и микрокомпонентного состава;
- бактериального загрязнения и содержания взвешенных веществ;
- способов подготовки и очистки шахтных вод и технических возможностей инженерного обеспечения. Требования к качеству технической воды, используемой для дегазации, указаны в таблице [9, 10].

Таблица – Показатели качества технической воды, используемой для дегазации угольных пластов

Наименование показателей	Величина показателя
Взвешенные вещества, мг/дм ³	<40*)
Запах, балл	< 3
Водородный показатель рН, (в диапазоне), единицы	6,5...8,5
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	< 7,0 *)
Жесткость карбонатная, мг-экв/дм ³	< 7,0 *)
Минерализация общая, мг/дм ³	< 2000*)
Показатели радиационной безопасности:	
– общая объемная активность альфа-излучения, Бк/дм ³	0,1
– общая объемная активность бета-излучения, Бк/дм ³	1,0
Наименование показателей	Величина показателя
Токсичные и опасные вещества 1-3 класса опасности	< ПДК)
Коли-индекс	< 100 **)
Индекс коли-фагов, БУЕ/дм ³	< 100 **)

Примечание:

*) Должны соответствовать требованиям технических условий технического процесса.

** *) Принимаются в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПиН 2.2.4-171-10 [8].

Авторами предлагается использовать шахтные воды в оборотных циклах ВНС. Насосы жидкостные водокольцевые предназначены для транспортировки под вакуумом газозовоздушных и газовых смесей, в том числе взрывоопасных. Производительность дегазационной системы зависит от состояния ВНС и сети трубопроводов. Поэтому существует необходимость подготовки шахтных вод к требованиям, соответствующим требованиям технических условий. Для этого необходимо рассмотреть и изучить процессы накипеобразования в вакуум-насосах и процессы растворения газовых смесей, в том числе взрывоопасных в работающем вакуум-насосе.

ВЫВОДЫ

В ходе рассмотрения технологических направлений использования шахтных вод в оборотных циклах вакуум-насосных станций было установлено, что откачиваемая шахтная вода может использоваться для различных технических и хозяйственных нужд, в частности для обогащения угля; пылеподавления, орошения и увлажнения угля; дегазации угольных пластов; кондиционирования воздуха; охлаждения технологического оборудования. Предложено использование шахтной воды в оборотных циклах вакуум-насосных станций, в качестве рабочей жидкости при дегазации угольных пластов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долина, Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки : справочное пособие / Л. Ф. Долина. – Днепропетровск : Молодежная экологическая, Лига Приднепровья, 2000. – 114 с. – Текст : непосредственный.
2. Технологические и организационные аспекты комплексного использования ресурсов угольных месторождений / В. К. Костенко, Е. С. Матлак, М. Н. Шафоростова, Е. Л. Завьялова. – Донецк : ДонНТУ, 2008. – 514 с. – Текст : непосредственный.

3. Ступин, А. Б. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : монография / А. Б. Ступин. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с. – Текст : непосредственный.
4. Горшков, В. А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности / В. А. Горшков. – Москва : Недра, 1981. – 269 с. – Текст : непосредственный.
5. Высоцкий, С. П. Очистка, кондиционирование и использование вод повышенной минерализации : монография / С. П. Высоцкий, С. Е. Гулько. – Донецк : «Каштан», 2014. – 316 с. – Текст : непосредственный.
6. Гулько, С. Е. Опыт и перспективы использования шахтной воды / С. Е. Гулько, И. И. Гомаль. – Текст : непосредственный // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 30–34.
7. Матлак, Е. С. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях / Е. С. Матлак, В. Б. Малеев. – Киев : «Техника», 1991. – 136 с. – Текст : непосредственный.
8. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : наказ МОУ України від 12.05.2010 № 400. – Текст : електронний // Верховна Рада України : [сайт]. – 2010. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 22.04.2021).
9. Гавришин, А. И. Некоторые важные закономерности химического состава шахтных вод / А. И. Гавришин. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. Геолого-минералогические науки. – 2014. – № 11. – С. 465–470.
10. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды : в 2-х частях / Л. А. Кульский, И. Т. Горюновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко. – Киев : Наукова думка, 1980. – 1206 с. – Текст : непосредственный.

Получена 06.10.2021

К. Л. ГОЛОВАТЕНКО, В. О. МАРКІН
 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОТНИХ ЦИКЛІВ
 ВАКУУМ-НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ
 ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. Гірничодобувна промисловість – одна із найважливіших галузей виробництва. У гірничій промисловості принагідно з видобутком корисних копалин забирається вода, обсяг якої у кілька разів перевищує обсяг споживання її промисловими підприємствами галузі. Найбільш негативно впливають на водні об'єкти Донбасу шахтні води, що скидаються. Це пояснюється їх величезним припливом, низькою якістю за багатьма показниками, що не відповідає сучасним вимогам правил охорони поверхневих вод від забруднення, через що в гідрографічну мережу регіону щорічно надходить близько 2 млн т мінеральних солей, безліч зважених речовин. У зв'язку з екологічними проблемами, що виникають у гірничодобувних районах, на шахті має бути передбачено комплекс заходів щодо охорони навколишнього середовища. Підвищення екологічної безпеки вугільних шахт можна забезпечити за рахунок використання шахтних вод в оборотних циклах котельень та дегазаційних установок.

Ключові слова: вугільні шахти, шахтна вода, оборотні цикли, дегазація, вакуум-насосні станції.

EKATERINA GOLOVATENKO, VICTOR MARKIN
 ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WATER SUPPLY OF ROTARY CYCLES OF
 VACUUM PUMPING STATIONS OF COAL MINES ROTARY CYCLES OF
 VACUUM PUMPING STATIONS OF COAL MINES
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The mining industry is one of the most important industries. In the mining industry, along the way, with the extraction of minerals, water is taken, the volume of which is several times higher than the volume of its consumption by industrial enterprises of the industry. The discharged mine waters have the greatest negative impact on the water bodies of Donbass. This is due to their huge inflow, low quality in many respects, inappropriate to modern requirements of the rules for the protection of surface waters from pollution, which is why about 2 million tons annually enter the hydrographic network of the region. mineral salts, a huge number of suspended solids. In connection with the environmental problems arising in the mining areas, a set of measures for environmental protection should be envisaged at the mine. Improving the environmental safety of coal mines can be ensured through the use of mine water in the circulating cycles of boiler houses and degassing plants.

Key words: coal mines, mine water, reverse cycles, degassing, vacuum pumping stations.

Головатенко Екатерина Леонидовна – ассистент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение уровня экологической безопасности в технологических циклах оборотного водоснабжения; снижение негативного воздействия на водные объекты путем совершенствования технологии обработки сточных вод.

Маркин Виктор Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: способы и средства снижения метановыделения в очистных забоях глубоких шахт; безопасность проведения работ при бурении дегазационных скважин; разработка и внедрение способов и средств герметизации дегазационных скважин; способы дегазации сближенных пластов и выработанного пространства; разработка и внедрение способов повышения содержания метана в дегазационных системах угольных шахт; способы прогноза опасных выделений метана в горные выработки и на земную поверхность.

Головатенко Катерина Леонідівна – асистент кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення рівня екологічної безпеки в технологічних циклах оборотного водопостачання; зниження негативного впливу на водні об'єкти шляхом вдосконалення технології обробки стічних вод.

Маркін Віктор Олексійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: способи і засоби зниження метановиділення в очисних вибоях глибоких шахт; безпека проведення робіт при бурінні дегазаційних свердловин; розробка і впровадження способів і засобів герметизації дегазаційних свердловин; способи дегазації зближених пластів і виробленого простору; розробка і впровадження способів підвищення вмісту метану в дегазаційних системах вугільних шахт; способи прогнозу небезпечних виділень метану в гірничі виробки і на земну поверхню.

Golovatenko Ekaterina – Assistant, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: increasing the level of environmental safety in the technological cycles of circulating water supply; reducing the negative impact on water bodies by improving wastewater treatment technology.

Markin Viktor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods and means of reducing methane emission in the working faces of deep mines; safety of work while drilling degassing wells; development and implementation of methods and means for sealing degassing wells; methods of degassing adjacent seams and worked-out space; development and implementation of methods for increasing methane content in degassing systems of coal mines; methods of forecasting hazardous methane emissions into mine workings and onto the earth's surface.