

УДК 504.4.06 (1/9):628.14:622.53

М. В. Бабаев, канд. геол.-мин. наук, **Н. К. Маркина**, старш. научн. сотр.,
Е. А. Доценко
(УКРНИИЭП)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОРРЕКТИРОВКИ СИСТЕМЫ ОТВЕДЕНИЯ ШАХТНОЙ ВОДЫ НА ПЕРИОД ПРОХОДКИ СТВОЛОВ ШАХТЫ «ЛЮБЕЛЬСКАЯ» № 1-2 ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Рассмотрены оптимальные варианты корректировки системы отведения шахтной воды на период проходки стволов угледобывающей шахты «Любелльская» №1-2. Выполнены выбор и обоснование вариантов сброса возвратных шахтных вод в канал осушительной системы «Бутынский», расчет необходимого количества дренажных и дождевых вод для разбавления шахтных вод перед сбросом в осушительную систему. Экологически обоснована схема отведения разбавленных шахтных вод по каналу «Бутынский» в р. Рата. Обоснована необходимость реализации первоочередного водоохранного мероприятия мониторинга качества отводимых шахтных вод в гидрографическую сеть.

Ключевые слова: шахтные воды, дренажные воды, деминерализация.

Постановка проблемы. При строительстве шахты «Любелльская» № 1-2 Львовско-Волинского угольного бассейна в соответствии с проектными решениями предусматривалась технология проходки шахтных стволов с первоначальным тампонажем пород верхнесеноманского водоносного горизонта, который содержит пресные подземные воды. При таком способе шахтный водоприток рассчитывался за счет притока только высокоминерализованных (около 20 г/дм³) вод нижнего каменноугольного горизонта. Это вызвало необходимость строительства комплекса по деминерализации шахтных вод перед их отведением по коллектору в р. Рата.

В результате изменения запроектированного способа проходки стволов прогнозируется снижение минерализации шахтных вод на втором этапе основного периода строительства (на глубине 640...830 м) с 20 г/дм³ до 5...6 г/дм³. Строительство запроектированного постоянного комплекса по деминерализации шахтных вод, рассчитанного на обессоливание воды с минерализацией 20 г/дм³,

на данном этапе является нерентабельным и неэффективным. В связи с этим возникла необходимость пересмотра и корректировки системы отведения шахтных вод на период строительства.

Анализ публикаций и определение нерешенных проблем. Анализ последних публикаций, касающихся решаемой проблемы, свидетельствует, что в настоящее время при отведении шахтных вод в поверхностные водотоки руководствуются, в основном, теоретическими предпосылками и незначительными специальными исследованиями, как на период эксплуатации шахт, так и на период строительства, без обоснования оптимальности экономической целесообразности и экологической приемлемости. Решение этих вопросов, особо актуальных на период строительства шахты «Любельская» № 1-2, приводится в настоящей статье.

Целью исследований является обоснование целесообразности вывода деминерализационной установки в период строительства шахты «Любельская» № 1-2 из схемы отведения шахтных вод и вариантов корректировки схемы отведения шахтных вод на втором этапе проходки стволов путем выбора и экологического обоснования приемлемых условий регулируемого сброса возвратных шахтных вод в разбавленном виде (после аккумуляции и смешивания шахтных вод с дренажными и дождевыми) в канал «Бутынский» Бутынской мелиоративной системы и далее в р. Рата.

Основной материал исследований. Исходя из прогноза количества и качества шахтных вод в период строительства, их отведение может быть осуществлено в двух режимах.

Первый режим – сброс согласно шахтному водопритоку: периоды минимального водопритока – 30...40 м³/час с минерализацией 19...20 г/дм³; периоды повышенного водопритока – 80...90 м³/час с минерализацией 7...10 г/дм³.

Второй режим – накопление шахтных вод в прудах-отстойниках, образовавшихся в результате осушения территории промплощадки шахтой, смешивание с дождевыми и дренажными водами, усреднение и сброс в объеме до 90...100 м³/час с минерализацией до 5...7 г/дм³.

Данная схема водоотведения позволит регулировать условия сброса шахтных вод, а также регулировать их качество в пределах допустимых концентраций веществ и таким образом минимизиро-

вать влияние на гидрохимический режим поверхностных вод Бу- тынского канала и р. Рата. С этой целью на второй период проход- ки шахтных стволов авторами был выполнен расчет качества воды в пруде-отстойнике шахтных вод при их разбавлении дренажными и дождевыми водами перед выпуском в канал «Бутынский».

Специфика состава поверхностных сточных вод, подлежащих отведению дождевой канализацией, обусловлена структурой водо- сбора ливневой канализации в разные периоды строительства шах- ты – доминированием спланированной открытой грунтовой поверх- ности в начальный период или асфальтированных поверхностей в конечный период строительства шахты.

Для дренажных вод, при соблюдении принятых проектом приро- доошащающих технологий, масса нормируемых ингредиентов остается более или менее постоянной, а в шахтной воде их содержание будет изменяться в зависимости от характера их образования и глубины проходки стволов.

Основными примесями в дождевых, дренажных и шахтных во- дах являются грубодисперсные взвешенные вещества, минераль- ные соли и органические вещества естественного происхождения. Кроме того, в дождевых и шахтных водах могут присутствовать нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах.

В качестве регулирующей емкости, обеспечивающей возмож- ность усреднения солесодержания и концентрации других загряз- няющих веществ в шахтных водах перед их сбросом в канал «Бу- тынский», авторы рекомендуют принять запроектированный пруд- отстойник шахтных вод емкостью 198 тыс.м³.

Для накопления дренажных и дождевых вод, необходимых для разбавления сбрасываемых шахтных вод, в качестве аккумулирую- щей емкости целесообразно использовать пруд-отстойник дождевых вод емкостью 90 тыс. м³, предварительно оборудовав его противо- фильтрационным экраном.

Общий расход дренажных вод, который составляет 792 м³/сут., определялся по результатам расчета расходов дренажных вод по от- дельным дренам с учетом особенностей застройки территории, ус- ловий формирования и отведения дренажного стока.

Для расчета качества шахтных вод при разбавлении их перед выпуском в осушительный канал «Бутынский» дренажными водами (или дренажными водами с учетом дождевых) принимались жесткие условия – минимальный сток дренажных вод, максимальные расходы и максимальная минерализация шахтных вод на периоды проходки шахтных стволов в интервале 640...830 м, а также на период ведения подготовительных горных выработок и строительства руддвора.

При этом оценочный расчет концентраций веществ в разбавленной шахтной воде будет существенно завышен, поскольку при расчетах не учитывалось время отстаивания шахтных вод в отстойнике и их разбавление в канале «Бутынский», что обеспечивает запас экологической надежности при отведении в р. Рата.

В условиях мгновенного смешения шахтных и дренажных вод по их объему и химическому составу вычислим значение минерализации ($M_{см}$) в разбавленной воде (в выходящем из пруда-накопителя потоке) по формуле:

$$C_{см} = \frac{Q_{др} \times C_{др} + Q_{ш} \times C_{ш}}{Q_{др} + Q_{ш}},$$

где $Q_{др}$ – расход дренажных вод, м³/сут.; $Q_{ш}$ – расход шахтных вод, м³/сут.; $C_{ш}$ – минерализация шахтных вод, г/дм³; $C_{др}$ – минерализация дренажных вод, г/дм³.

Исходя из прогноза количества и качества шахтных вод, с целью обоснованного выбора для разбавления шахтных вод необходимого количества дренажных вод и экологически приемлемой степени разбавления последних до качества, отвечающего условиям ПДС веществ в водоемы, расчет концентрации загрязняющих веществ в разбавленной шахтной воде производился по трем вариантам. Во всех вариантах расчетное количество дренажных вод составляет 792 м³/сут. с учетом инфильтрационного питания подземных вод за счет атмосферных осадков.

Вариант 1. Расчет концентрации загрязняющих веществ в разбавленной шахтной воде при проходке шахтных стволов в целом. Расход шахтных вод составляет 10 м³/час с минерализацией 20 г/дм³.

При проходке верхней части стволов водоприток формируется за счет относительно пресных вод верхнесенонского горизонта,

и не представляет экологической опасности при сбросе в осушительную систему; при проходке нижней части стволов водоприток формируется – за счет хлоридно-сульфатных вод юрско-сеноманского и каменноугольного водоносных горизонтов. Расход шахтных вод на втором этапе проходки стволов будет составлять $10 \text{ м}^3/\text{час}$, или $240 \text{ м}^3/\text{сут.}$ с предполагаемой максимальной минерализацией шахтных вод, равной $20 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Расчетное количество дренажных вод составляет $792 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Максимальные значения концентрации дренажных вод составляет $1 \text{ г}/\text{дм}^3$. Расчетная минерализация шахтных вод, разбавленных дренажными, при этом будет равна $5,5 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Вариант 2. Расчет концентрации загрязняющих веществ в разбавленной шахтной воде в период повышенного водопритока. Расход шахтных вод $90\text{...}100 \text{ м}^3/\text{час}$ с минерализацией до $10 \text{ г}/\text{дм}^3$.

При смешении дренажных вод с расходом $792 \text{ м}^3/\text{сут.}$ с шахтными, минерализация разбавленных вод будет равна: а) при расходе шахтных вод $90 \text{ м}^3/\text{час}$ – $7,6 \text{ г}/\text{дм}^3$; б) при расходе шахтных вод $100 \text{ м}^3/\text{час}$ – $7,8 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Вариант 3. Расчет концентрации загрязняющих веществ в разбавленной шахтной воде в период минимального водопритока. Расход шахтных вод $30\text{...}40 \text{ м}^3/\text{час}$ с минерализацией до $20 \text{ г}/\text{дм}^3$.

При разбавлении шахтных вод дренажными с расходом $792 \text{ м}^3/\text{сут.}$ минерализация разбавленных шахтных вод будет равна:

- а) при расходе шахтных вод $30 \text{ м}^3/\text{час}$ – $10,0 \text{ г}/\text{дм}^3$;
- б) при расходе шахтных вод $40 \text{ м}^3/\text{час}$ – $11,4 \text{ г}/\text{дм}^3$;
- в) при расходе шахтных вод $45 \text{ м}^3/\text{час}$ – $12,0 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Такая минерализация полностью соответствует условиям ПДС веществ с возвратными шахтными водами в р. Рата при расходах сбрасываемых вод $140 \text{ м}^3/\text{час}$. Кроме того, минерализация разбавленных возвратных шахтных вод, равная $10,0 \text{ г}/\text{дм}^3$, является экологически обоснованной при транспортировке по каналу «Бутынский» с расходом от $10\text{...}45$ до $100\text{...}140 \text{ м}^3/\text{час}$ и более [1].

В результате выполненных расчетов разработаны рекомендации по корректировке системы отведения шахтных вод во второй период проходки стволов, строительства шахты и комплекса постоянного водоотведения.

При этом на втором этапе шахтная вода на поверхности отводится после отстаивания в горизонтальных отстойниках в пруд-отстойник шахтных вод емкостью 198 тыс. м³, как принято проектом для первого этапа проходки стволов.

Согласно требованиям санитарных правил, в связи с высокой минерализацией (до 20 г/дм³), шахтная вода перед спуском в осушительную систему требует распреснения, степень которого зависит от объемов сброса. С этой целью в пруд-отстойник для разбавления шахтных вод перед их сбросом в осушительную систему подается дренажная вода и, при необходимости, дождевая вода в количестве, которое требуется для достижения максимально допустимых концентраций [2].

После смешения с дренажными водами, возвратная шахтная вода из пруда-отстойника отводится в канал «Бутынский» и далее в р. Рата – левый приток р. Западный Буг.

Сброс шахтных вод с минерализацией 20 г/дм³ в количестве 10...30 м³/час и 40 м³/час соответствует условиям ПДС веществ и не требует их разбавления при сбросе в осушительную систему [3].

При водопритоке 45 м³/час и минерализации шахтных вод 20 г/дм³ (период проходки стволов, горизонтальных выработок и строительства руднора) расходы дренажной воды, необходимые для разбавления шахтных вод перед сбросом из пруда-отстойника в канал «Бутынский», в зависимости от количества и качества отводимых шахтных вод и соответствия условиям ПДС, составляют 6,3 м³/час (условия *нормального режима работы*).

При *аварийных ситуациях*, когда приток шахтных вод может составлять 300 м³/час (0,083 м³/с), а минерализация – 20 000 г/м³, возникает необходимость в их разбавлении до минерализации, равной 17 628 г/м³, приемлемой для сброса в канал «Бутынский» с расходом 100...140 м³/час, что потребует воды для разбавления в количестве, равном 41,7 м³/час. Такое количество дренажных вод достаточно для разбавления возвратных шахтных вод при их сбросе в канал «Бутынский» и отвечает расчетным условиям ПДС веществ при отведении в р. Рата.

С учетом эффективности действующих очистных сооружений, загрязняющее влияние разбавленных шахтных вод на качество воды

канала «Бутынский» и, соответственно, на качество речных вод р. Рата, при отведении в гидрографическую сеть района, будет отсутствовать или будет находиться в пределах допустимого.

После реализации скорректированных вариантов отведения шахтных вод необходимо проведение мониторинга поверхностных и дренажных вод. При этом контроль расхода и учет количества возвратных шахтных вод, сбрасываемых в осушительную систему, а также учет дренажной и дождевой воды, используемой при необходимости для разбавления шахтных вод, является неотъемлемой частью общей системы контроля возвратных шахтных вод. Без количественного учета невозможно оценить соответствующее расчетному расходу фактическое количество воды, поступающей на очистное сооружение (в пруд-отстойник шахтных вод).

Эффективность или равномерность и степень разбавления шахтных вод в пруде-отстойнике зависит от состава дренажных и шахтных вод и определяется путем сравнения состава шахтных вод до поступления и после выхода возвратных вод из пруда-отстойника (перед сбросом).

Исходя из принятых вариантов отведения возвратных шахтных вод, контроль подаваемых в пруд-отстойник для отстаивания и разбавления шахтных и дренажных вод следует производить:

- *контроль качества дренажных вод* – на выходе из пруда-отстойника дождевых вод объемом 90 тыс. м³ перед подачей в пруд-отстойник шахтных вод;
- *контроль качества шахтных вод* – перед поступлением в пруд-отстойник шахтных вод;
- *контроль степени разбавления шахтных вод после их смешения с дренажными* – по акватории и по глубине пруда-отстойника шахтных вод, с дифференциацией по глубине отбора;
- *контроль возвратных разбавленных шахтных вод* – на выходе из пруда-отстойника перед сбросом в канал «Бутынский»;
- *контроль поверхностных вод в канале «Бутынский»* – в 300 м ниже сброса разбавленных шахтных вод в канал.

Следует отметить, что контроль качества поверхностных вод в канале «Бутынский» после сброса разбавленных шахтных вод,

в зависимости от принятого варианта сброса, необходимо осуществлять в створах: на участке его прохождения в пределах промплощадки и за пределами промплощадки, в створе, оборудованном перед впадением канала в р. Рата. Перечисленные створы входят в обязательный перечень точек контроля в составе локального мониторинга.

Выводы

Несмотря на соответствие качества возвратных шахтных вод нормативным условиям ПДС веществ в осушительную систему, среди рассмотренных вариантов режима их отведения, в экологически обоснованных условиях транспортировки шахтных вод по каналу «Бутынский» в р. Рата авторами рекомендован к реализации более надежный и экологически приемлемый на период строительства регулируемый режим сброса в канал «Бутынский» шахтных вод, разбавленных в пруде-отстойнике до минерализации от 5...9 до 10...12 г/дм³, с расходами 300 и 100...140 м³/час соответственно (2-й и 1-й варианты отведения шахтных вод).

Схема регулируемого сброса шахтных вод в основной период строительства шахты выбрана и обоснована как комплекс инженерных сооружений для надежного и (в случае необходимости) длительного обслуживания шахты «Любельская» № 1-2, с учетом принятой проектом системы водоотведения, рационального использования и охраны водных ресурсов, санитарно-гигиенических требований, а также с учетом возможного возникновения аварийных ситуаций.

В результате выполненных УКРНИИЭП исследований подтвердилась целесообразность, техническая возможности и экологическая приемлемость корректировки схемы отведения шахтных вод на втором этапе проходки стволов путем выведения из схемы дорогостоящей деминерализационной установки и сброса в регулируемом режиме разбавленных возвратных шахтных вод в канал осушительной системы.

При реализации предложенной схемы отведения шахтных вод обязательным является осуществление контроля расхода и качества шахтных вод, подаваемых для хранения, отстаивания и разбавления,

а также контроля расхода и качества сбрасываемых возвратных разбавленных шахтных вод.

Задачей дальнейших исследований является своевременное получение достоверной информации о количественном и качественном составе возвратных шахтных вод, позволяющей принимать соответствующие меры по предотвращению загрязнения компонентов природной среды при их отведении (сбросе). При этом на период проходки шахтных стволов и отведения шахтных вод необходимым является разработка программы и ведение фонового и специального мониторинга поверхностных и подземных вод.

1. Розробка проекту гранично-допустимих скидів (ГДС) речовин із зворотними водами шахти «Любельська» № 1-2 в р. Рату (басейн Західного Бугу) на період будівництва. – Харків: УкрНДІЕП, 2012.
2. Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується: Постанова Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996 р. № 1100.
3. Оцінка та обґрунтування екологічно прийнятних рішень з охорони водного середовища в умовах проходження стволів шахти «Любельська» № 1-2 та розроблення проекту ГДС в «Бутинський» канал на період будівництва : Звіт про НДР : Кн. 1, 2 / УкрНДІЕП. – Харків: УкрНДІЕП, 2011.

Бабасв М. В., Маркіна Н. К., Доценко О. О. ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОРИГУВАННЯ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ШАХТНОЇ ВОДИ НА ПЕРІОД ПРОХОДКИ СТВОЛІВ ШАХТИ «ЛЮБЕЛЬСЬКА» № 1-2 ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

Розглянуто оптимальні варіанти коригування системи водовідведення шахтної води на період проходки стволів шахти «Любельська» № 1-2. Виконані вибір і обґрунтування варіантів скиду зворотних шахтних вод у канал осушувальної системи «Бутинський», розрахунок необхідної кількості дренажних і дощових вод для розведення шахтних вод перед скидом у осушувальну систему. Екологічно обґрунтована схема відведення розбавлених шахтних вод по каналу «Бутинський» в річку Рата. Обґрунтовано необхідність реалізації першочергового водоохоронного заходу моніторингу якості шахтних вод, які відводяться в гідрографічну мережу.

Ключові слова: шахтні води, дренажні води, демінералізація.

Babaev M. V., Markina N. K., Dotsenko E. A. ENVIRONMENTAL BACKGROUND ADJUSTMENT OF SANITATION FOR THE PERIOD MINE WATER SINKING SHAFTS MINE «LUBELSKI» № 1-2 LVOV-VOLYN COAL BASIN

The optimum adjustment options of mine water drainage for a period of sinking shafts coal mine «Lubelska» №1-2. Submitted: selection and justification options reset return mine water drainage system in the channel «Butynsky»; Calculating the number of drainage and storm water for dilution of mine water before discharge into the drying system. Environmentally sound exhaust circuit dilute mine water channel «Butynsky» into the river Rata.

The necessity of implementation of priority water protection measures for monitoring the quality of mine water discharged into watercourses.

Key words: mine water, drainage water demineralization.