

УДК 911.9:502.622.53:628.733

Е.К.Бабеец, к.т.н., с.н.с., профессор, член-корреспондент АГНУ, директор,
Б.И.Рыбалко, к.т.н., доцент, в.н.с., **Т.Н.Кулькова**, с.н.с., инженер-гидрогеолог
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»

Л.П.Рыбалко, к.э.н., ст. преп.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗИРОВАННЫХ ШАХТНЫХ ВОД КРИВБАССА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Статья посвящена снижению вредного влияния на окружающую среду откачиваемых высокоминерализированных шахтных вод Кривбасса.

Целью работы является поиск компромиссного эколого-социально-экономического решения проблемы. На основе анализа выполненных для условий Кривбасса 11 проектов и передового мирового опыта представлены новые, альтернативные ранее предлагавшимся, практические решения проблемы. Анализ подкреплен конкретными расчетами. Детализованы требования к выполнению передпроектных исследований по экологическому, экономическому, и кризисному (аварийному) направлениях. Наряду с технологическими вопросами акцентировано внимание и на социальные последствия.

Ключевые слова: высокоминерализованные шахтные воды, метод обратного осмоса, выпаривание, отвод, захоронение, экологические, социальные последствия.

Стаття присвячена зменшенню шкідливого впливу на навколишнє середовище, відкачуємих високомініралізованих шахтних вод Кривбасу. Мета дослідження полягає в пошуку компромісного екологічно-соціально-економічного рішення проблеми. На основі аналізу виконаних для умов Кривбасу 11 проектів та передового світового досвіду представлені нові, альтернативні пропонувані раніше, практичні рішення проблеми. Аналіз аргументований конкретними розрахунками. Деталізовані вимоги до виконання передпроектних досліджень по екологічному, економічному та кризовому (аварійному) напрямках. Наряду з технологічними питаннями акцентована увага і до соціальних наслідків.

Ключові слова: високомініралізовані шахтні води, метод зворотного осмосу, випаровування, відвід, поховання, екологічні, соціальні наслідки.

Article is dedicated to reduction in the harmful environmental effect of the pumped out highly mineralized mine waters of Krivbass. The purpose of the work is the search for the compromise ecological-social- economic solution of problem. On the basis of the analysis of 11 projects executed for the conditions of Krivbass and advanced world experience are presented the new, alternative that earlier proposed, practical solutions of problem. Analysis is reinforced by concrete calculations. Are detailed requirements for the fulfillment of predesign studies on the ecological, the economic, and the crisis (emergency) directions. Together with technological questions is accentuated the attention also to the social consequences.

The keywords: highly mineralized mine waters, method of reverse osmosis, evaporation, outlet, burial, ecological, social consequences.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами.

Вопросы состояния р. Ингулец, проблема её засоления шахтными водами и влияние на флору и фауну, вопросы легитимности пруда – накопителя Балки Свистунова, состояния и надежности дамбы активно инициируются и в достаточной мере освещаются экологическими и природоохранными общественными организациями (в Кривом Роге и в районе зарегистрировано около 15 гражданских экологических объединений). Такая информация, запросы, предложения аккумулируются и обобщаются в соответствующих рабочих группах исполкомов как городского так и областного Советов. Поэтому, для исключения дублирования и нарушения субординации, в своем предложении НИГРИ ГВУЗ «КНУ» акцентирует внимание только на технических и экономических аспектах по изысканию путей (методов) снижения вредного влияния откачки шахтной воды Кривбасса.

По формулировке задачи. Единственный реализованный и с дополнениями (Каналы Днепр – Ингулец и Днепр – Кривой Рог) эксплуатируемый и в настоящее время проект по своей технической сути не соответствует своему названию «Отвод шахтных вод Кривбасса за пределы бассейна реки Ингулец» [1]. Областной комплексной программой экологической безопасности (решение областного совета от 21.10.2015г. №680-34\VI) пунктом 2.95 для четырех предприятий Кривбасса с подземной добычей руды – ПАТ «Кривбассжелезорудком», «Центральный ГОК», «Арселор-Миттал Кривой Рог», «СВРАЗ «Сухая балка» и ГП «Укррудпром», поставлена задача «Осуществления технических изысканий и поиска технологических решений по очистке высокоминерализованных шахтных вод на территории области». В городской программе решения экологических проблем Кривбасса (решение Криворожского городского совета от 28.09.2016 №901, пункт 2.15) для выше названных ПАТ поставлена задача «Осуществление научно-технических изысканий и поиска технологических решений с целью минимизации влияния высокоминерализованных шахтных вод на состояние окружающей природной среды». Последняя формулировка задачи представляется более приемлемой и реализуемой.

Анализ исследований и публикаций. Решаемая проблема включает четыре составляющие – экологическую, экономическую, социальную и кризисную (аварийную). По экологической составляющей говорилось в первом абзаце. Экономические или финансовые аспекты фрагментарно но многократно освещались в проектах [1, 3, 4, 5, 6, 7 и 8], а возможность кризисной (аварийной) ситуации заложена и в регламенте сброса излишков оборотных вод горнорудных предприятий Кривбасса, и в самой практике опосредствованного решения Кабинета Министров Украины через регламент

сброса [2, стр.11]. В регламенте [2, стр.5] указано: «При условии переполнения пруда – накопителя шахтных вод и отсутствие решения для спуска, возникает реальная угроза наступления чрезвычайной ситуации (цепи ситуаций на пруде – накопителе, насосных станциях и трубопроводах общей системы перекачки шахтных вод, шахтных водоотливах и другое). Через отсутствие других свободных емкостей, пригодных для временной аккумуляции шахтных вод, возникает угроза полной остановки откачки шахтных вод в Кривбассе и, как следствие, предприятий подземной добычи железорудного сырья в целом. В случае остановки откачки шахтных вод, в Кривбассе будут созданы условия для возникновения цепи непрерывных техногенных катастроф связанных с остановкой и затоплением действующих шахт, отработанных подземных пространств (пустот от извлеченного железорудного сырья), со сдвижением нарушенных пород и земной поверхности, с региональным поднятием уровня высокоминерализованных подземных вод и загрязнением верхних водоносных горизонтов и поверхностных водохранилищ. Возникновение такой чрезвычайной ситуации приведет к нарушению экологического равновесия на значительной территории, и создать угрозу для многих важных сфер хозяйственной деятельности и общественной жизни Кривбасса и за его пределами». Примером тому - ситуация в декабре 2015г. Сброс шахтных вод из Балки Свистунова в реку Ингулец задерживали. Не было решения Кабмина, а пруд-накопитель оказался переполненным и начал всерьез «угрожать» соседним селам (Сообщение ТК «Первый Городской» от 11 декабря 2015г). Как для канала Днепр – Ингулец, так и для канала Днепр – Кривой Рог необходимо учитывать тот факт, что уже в этом 2016г. вода в Каховском водохранилище зацвела раньше, чем в Карачуновском. Поэтому надо быть готовым к «вето» на забор Днепровской воды с Кременчугского и Каховского водохранилищ такими городами, как Светловодск, Кременчуг, Крюков, Днепродзержинск, Днепропетровск, Запорожье, Никополь, Марганец, Каховка и Херсон. Здоровье Днепра будет поставлено выше здоровья Карачунов.

В связи с выше сказанным НИГРИ видит проблему в изыскании путей (методов) **снижения вредного влияния** откачки шахтной воды и **предупреждения кризисной (аварийной) ситуации**, связанной с возможностью переполнения пруда накопителя.

Известные пути решения. Поисками наиболее экономичного решения проблемы локализации шахтных вод Кривбасса, начиная с 1946-47 гг. занимались многие проектные и научно-исследовательские институты. Работы велись по следующим направлениям:

- обессоливание шахтных вод методами обратного осмоса и выпаривания [3, 5, 6, 7,9];

- переработка шахтных вод шахты „Родина” методом вымораживания и применения новых технологий [8];
- умягчение содово-известковым и пермутитовым способами;
- захоронение шахтных вод и продуктов очистки в геологические структуры вне Кривбасса [3, 4];
- закачка шахтных вод в глубокие горизонты [1, 10, 11];
- разбавление пресной водой;
- отвод за пределы бассейна, в т.ч. в Черное море [3, 4];
- отвод шахтных вод в пруд – накопитель Запорожского железорудного комбината, расположенного в Улюкском лимане Азовского моря [3];
- отвод реки Ингулец от железорудных залежей в районе города Кривой Рог;
- использование шахтных вод в оборотном водоснабжении горно-обогатительных комбинатов [1].
- аккумулирование в хвостохранилищах и специальных емкостях и сброс в реку в зимний период [1,3];
- использование канала Днепр – Ингулец для разбавления при сбросе и промывки русла (1977г).

Как показал опыт, жизненными оказалась комбинация трех последних направлений, заложенных в Техническом проекте «Отвод шахтных вод Кривбасса за пределы бассейна реки Ингулец», выполненном институтами «УКРГИПРОВОДХОЗ» и «Кривбасспроект» в 1970 году [1]. Реализован проект в 1973г.

С предложениями полной **очистки** высокоминерализованных шахтных вод нельзя согласиться по результатам ряда выполненных проектов [1. 3, 4, 5, 6, 9]. Стоимость капитального строительства комплекса переработки шахтных вод шахты «Родина» [7] составила 110 млн. руб. (в ценах 1984 г.). При мощности комплекса 600 м³/час или 5,28 млн. м³/год, потребляемая электрическая мощность составляет 19,7 МВт, и годовой расход природного газа 12,6 млн.м³/год. Выполненное в 2010 году Украинским государственным научно-исследовательским и проектно-изыскательским институтом «УКРНИИВОДОКАНАЛПРОЕКТ» технико-экономическое обоснование «Очистка шахтных вод шахты имени Артема ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» [9] показало, что общая предварительная стоимость только строительно-монтажных работ составит более 327 млн. грн. Общая стоимость внедрения технологии очистки 500м³/час шахтной воды до показателей, соответствующих питьевой воде, составляет более 715 млн. грн. А всего по Кривбассу откачивается более 4566 м³/час карьерных и шахтных вод. В качестве подтверждения экономической нецелесообразности полной очистки, ниже представлен выполненный НИГРИ энергетический и

материальный анализ очистки шахтных вод на примере ш. Артем-1 ПАО «АМКР».

Энергетический анализ. Мощность на откачку $500\text{ м}^3/\text{час}$ воды на поверхность с гор.-1065м:

$$P = (k \cdot \gamma \cdot Q \cdot H) / (1000 \cdot \eta) = (1 \cdot 9810 \cdot 0,139 \cdot 1065) / (1000 \cdot 0,7) = 2,1 \text{ МВт, где:}$$

$k = 1$ – коэффициент запаса;

$\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ для холодной воды;

$Q = 0,139 \text{ м}^3/\text{с} = 500 \text{ м}^3/\text{час}$;

$H = 1065 \text{ м}$ – напор;

η – КПД роторного насоса.

Мощность создания напора водопотребления предварительной подготовки и осветления воды $50 - 100 \text{ кВт}$.

Мощность создания напора 60^* (100) атм. обратноосмотической установки $= 1,2$ (2) МВт.

Мощность для нагрева $200 \text{ м}^3/\text{час}$ воды с 20 до 100°C

$$P = Q/3600 = c \cdot m \cdot \Delta T / 3600 = 4183 \cdot 200000 \cdot 80 / 3600 = 18,6 \text{ МВт, где:}$$

$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ – количество теплоты, полученное веществом при нагреве, Дж;

$c = 4183 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ – удельная теплоёмкость воды;

m – масса нагреваемой воды, кг (с хорошей точностью равная её объёму в литрах);

ΔT – разность конечной и начальной температур вещества ($T_2 = 100^\circ\text{C}$ – температура нагретой воды, $^\circ\text{C}$ $T_1 = 20^\circ\text{C}$ – исходная температура холодной воды).

Мощность для испарения $200 \text{ м}^3/\text{час}$ воды

$$P = Q/3600 = L \cdot m / 3600 = 2,3 \cdot 10^6 \cdot 180000 / 3600 = 115 \text{ МВт, где:}$$

Q – теплота, истраченная на испарение, МДж;

$L_{\text{воды}} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ – удельная теплота парообразования;

$m = 180000 \text{ кг/час}$ – масса испаряемой влаги

Итого, дополнительная мощность на деминерализацию

$$0,1 + 2 + 18,6 + 115 = 135,7 \text{ МВт.}$$

Примечания. Энергоносителем для нагрева и испарения может быть газ или уголь, но порядок затрат от этого не изменится.

*. Для преодоления осмотического давления на мембране воду подают под давлением около $2 \dots 17$ атм для фильтрации и опреснения питьевой и солоноватой воды, и $24 \dots 70$ атм для морской воды [3].

Экономическая оценка полной деминерализации воды. По тарифам для потребителей электрической энергии, которые введены в действие с **1 января 2017 года** $176,24 \text{ коп} \setminus \text{кВт} \cdot \text{ч}$ (без учета НДС), стоимость электроэнергии на деминерализацию воды ш. Артем-1 составит

$$135,7 \text{ МВт} \cdot 8468 \text{ час} \setminus \text{год} \cdot 176,24 \text{ коп} \setminus \text{кВт} \cdot \text{ч} = 2025 \text{ млн. грн.} \setminus \text{год.}$$

Обслуживание и расходные материалы $50 \text{ млн. грн.} \setminus \text{год.}$

Амортизация фабрики очистки 700 млн.грн. ·0,15 = 105млн.грн.\год

Всего затраты на работу фабрики без накладных расходов
 $2025+50+105 = 2180$ млн.грн.\год.

Выводы по расчету. При производительности шахты в 2016г около 1млн.т, добавочная себестоимость на 1т добытой руды 2,18 тис.грн\т.≡ 75USD\т при цене руды 25-30USD\т. При этом, предприятия т.н. южной группы шахт на разбавление шахтных вод при сбросе и последующую промывку русла совокупно тратят порядка 150 млн. грн. в год.

Относительно предложений использования энергии ветра для деминерализации шахтных вод «Кривбасса». Стоимость ветроэнергии при скорости ветра 7,5-8 м\с соответствует стоимости угольной энергетики. При скорости ветра 8,5-9,5 м\с стоимость ветроэнергии соответствует стоимости газа и электричества. Только в долгосрочной перспективе стоимость ветроэнергии предполагается ниже стоимости обычного электричества [12]. Большинство европейских ветровых генераторов имеют мощность до 2МВт. Таким образом, только для деминерализации воды, одной шахте Артем-1 необходима 68 ветрогенераторов. При стоимости 1225 евро\кВт установленной мощности [13], стоимость комплекса ветровых турбин только для одной шахты должна быть более 166 миллионов евро.

Отдельную проблему представляет утилизация отходов деминерализации воды. В результате кристаллизации концентрата воды ш. Артем 1 будет получено соли: $500\text{м}^3 \cdot 15\text{кг}\ \text{м}^3 = 7500\text{кг}\ \text{час}$. В год $7500\text{кг}\ \text{час} \cdot 8468\text{час}\ \text{год} = 63510\text{т}\ \text{год} \geq 880\text{ж.д. вагона} \equiv 15-20\text{ ж.д. составов}$. По Кривбасу $11\text{млн.м}^3 \cdot 15\text{кг}\ \text{м}^3 = 165000\text{т}\ \text{год} \equiv 2300\text{ж.д. вагона}$. Такое количество соли невозможно реализовать, а захоронение не предусмотрено Украинским законодательством.

Приведенные расчеты подтверждают объективность принятых решений, по которым технические проекты [3-11] не были утверждены, как чрезмерно дорогие.

В целях изучения мирового опыта по переработке высокоминерализованных шахтных вод и утилизации излишка солей НИГРИ плодотворно сотрудничает с Главным институтом горного дела (GIG), г. Катовице (Польша), который в течение 25 лет занимается аналогичными проблемами соляных и угольных шахт Силезии. С участием (GIG) разработана и успешно эксплуатируется система гидротехнической защиты «Ольса» от засоления воды р. Одра, Польша (система дозированного сброса шахтных вод), опреснительный завод Dębienieńsko, построенный в 1974 г. и др. Как пример нецелесообразности очистки воды – только в Силезском воеводстве из трех построенных в конце прошлого века фабрик очистки обратным осмосом воды соляных шахт, ни одна, в настоящее время, не

используется постоянно по двум причинам. По экономической нерентабельности и невозможности утилизации полученных солей.

Постановка задачи. В связи с вышеизложенным, ставится реальная задача экономически оправданного и технически возможного снижения вредного влияния откачки шахтных вод Кривбасса и предупреждения кризисной (аварийной) ситуации, связанной с возможностью переполнения пруда накопителя. Задача должна решаться по двум направлениям или вернее на двух уровнях. Для каждой отдельной шахты и для существующей схемы отвода и дозированного сброса в р. Ингулец. Идея работы заключается в реализации комплексного подхода в решении противоречивых задач снижения вредного воздействия откачки шахтных вод Кривбасса на экологию и снижения затрат на утилизацию шахтных вод.

Для обоснованного выбора технического решения проблемы, связанной со сбросом избытков оборотных вод в р. Ингулец первоначально нужно определить и всесторонне согласовать приоритеты. Подлежащая решению проблема включает четыре составляющие – экологическую, экономическую, социальную и кризисную (аварийную). Экологическая, экономическая и кризисная составляющие рассматривались выше

В социально-экономическом аспекте при анализе приоритетов должны быть учтены:

- доход страны и города Кривого Рога от добычи железной руды. Социальный аспект – обеспеченность населения, занятость, комфортность проживания;

- потери от сокращения пригодных для сельского хозяйства земель (60 тыс.га в Николаевской и Херсонской областях) и сокращения поливных земель. Социальный аспект – обеспеченность сельхозработников, занятость, комфортность проживания;

- положительное влияние на состояние Карачуновского водохранилища и р. Ингулец 115млн.м³ воды канала Днепр – Кривой Рог (при прекращении добывающими предприятиями оплаты прокачки, поток воды в Ингульце снизится вдвое и дотечет ли до Херсона?). При снижении протока в Карачуновском водохранилище возобновится активизация синезеленых водорослей и вода станет непригодной как питьевая.

- забор воды на полив от г. Александрия (Войновка) до Херсона. В настоящее время на полив забирают воду, перекачку которой из Днепра оплачивают шахты Кривбасса. При прекращении добывающими предприятиями оплаты прокачки, эту оплату придется обеспечивать или из государственной казны или со средств сельхозпредприятий, использующих воду из Ингульца для полива. Социальный аспект – стоимость сельхозпродукции или необходимость дотаций;

Только на основании такого взвешенного социально-экономического анализа, возможно, объективно выбрать приоритеты.

Окончательно, методы и комплекс мероприятий снижения минерализации и утилизации шахтных вод должно основываться на результатах выполнения всего комплекса предпроектных исследовательских работ и экономических обоснований и приниматься коллективным (на принципе долевого участия) решением предприятий источников, городских властей, экологических и общественных организаций. К решению проблемы должны быть привлечены научно-исследовательский институт, проектный институт и специализированные строительные организаций.

В плане практического решения проблемы НИГРИ ГВУЗ «КНУ», опираясь на опыт и результаты предшествующих проектов и мировой опыт, предлагает два альтернативных варианта.

Вариант со снижением нагрузки на действующую в настоящее время схему.

1. По каждому отдельному источнику исследовать формирование водопритоков, выявить возможности и провести мероприятия по снижению количества и минерализации откачиваемой воды. Опыт Катовицкого воеводства показывает возможность уменьшения нагрузки на 15% без использования дорогостоящей очистки. Эффект для каждой шахты в отдельности будет достигнут за счет:

- применения методов снижения уровня минерализации откачиваемых вод путем селективного отбора воды в шахте;
- снижения количества откачиваемых вод путем перекачки внутри шахты и закачки в отдаленные участки массива;
- естественного осветления откачанной воды;
- поиска возможностей использования максимальной части шахтных вод для технических нужд;
- поиска альтернативных методов утилизации;
- применения дорогостоящей очистки только для минимально необходимой доли воды на принципе долевого участия.

2. Проанализировать целесообразность выведения из эксплуатации шахты с большим притоком высокоминерализованной воды и малой производительностью (сухая консервация, мокрая консервация, ликвидация шахты и рекультивация горного и земельного отводов).

3. Строительство на принципе долевого участия одной фабрики для минерализации части шахтной воды, для использования только в условиях критических ситуаций (опыт Катовицкого воеводства). В отношении применения временной или частичной очистки шахтных вод на период кризисных ситуаций могут быть использованы уже разработанные проекты (по ш. Родина [8] и по ш. «Артем-1) [9], при условии положительной

экспертизы институтов, имеющих практический опыт эксплуатации подобных фабрик очистки воды. Например GIG, Катовице, Польша.

Эффект для всей системы отвода шахтных вод Кривбасса будет складываться из эффектов отдельных шахт и карьеров, эффекта применения дорогостоящей очистки только для минимально необходимой части воды (или на период критических ситуаций угрозы переполнения балки свистунова) на принципе долевого участия в разработке и выполнении мероприятий снижения вредного влияния откачиваемых шахтных вод Кривбасса.

4. Наряду с шахтами южной группы, оценить и принять решения по другим источникам загрязнения и минерализации подземных вод и реки Ингулец:

- фильтрационные воды хвостохранилища карьера №3 ЦГОКа (Петровский к-р) попадают в Искровское водохранилище (р. Ингулец);

- фильтрационные воды хвостохранилища ЦГОКа (Глееватский к-р, обогатительная ф-ка и др.) попадают в Ингулец и далее в Карачуновское водохранилище;

- фильтрационные воды хвостохранилища СевГОКа (2х к-ров, обогатительной ф-ки, ш. Первомайская, Гвардейская, Ленина и др.) попадают в Саксагань и далее в Ингулец ниже Карачуновского водохранилища в черте города;

- влияние обводного канала АМКР (КМК, карьеры, обогатительная ф-ка НкГОКа, шламоохранилище);

- влияние фильтрационных вод хвостохранилища ЮГОКа.

- влияние фильтрационных вод хвостохранилища НкГОКа.

Альтернативный вариант предполагает исследование возможности и целесообразности использования на принципе долевого участия для длительной аккумуляции высокоминерализованных шахтных вод отработанных гранитных карьеров (на Криворожье их несколько) или изолированного железорудного карьера. Использование железорудного карьера в будущем представляется перспективным в связи с возможным снижением экономической эффективности из за достижения большой глубины карьеров. Кроме экономического аспекта, критерием выбора карьера является низкая трещиноватость (низкая фильтрационная способность) и значительная глубина. Первое условие исключит переток воды в соседние шахты и карьеры, второе условие исключит фильтрацию воды в наносные породы. Фильтрация в нижние горизонты если и будет, то незначительная из за противодействия и будет минимально влиять на поверхностные воды. Учитывая, что из крупных карьеров вынута по миллиарду м³ руды и вскрышной породы, заполнения хватит на сотню лет. При низкой инфильтрационной способности карьер с

высокоминерализованной водой будет иметь минимальное негативное влияние на окружающую экосистему. Одновременно в некоторой мере стабилизирует сезонные колебания температуры и увеличит влажность климата, что крайне важно для засушливых южных регионов Украины. Вполне возможно удастся заселить морской фауной и флорой, а также использовать для рекреационных и бальнеологических целей. Предложение требует детальной проработки технической (гидрогеологической), экономической (стоимостной, согласия собственника) и социальной (последствия прекращения оплаты шахтами перекачки воды по каналу Днепр – Ингулец).

Выводы и направления дальнейших исследований. Для исключения популистских предложений и принятия всесторонне обоснованного технологического решения, необходимо выполнение комплекса изыскательских и исследовательских работ. Программа научно-исследовательской части работ, на уровне отдельных предприятий, должна включать составление технолого-экономических карт откачки и утилизации шахтных вод по каждому из предприятий-источников и по Кривбасу в целом. Вторым шагом программы является разработка для каждого из предприятий-источников технологических мер и технических решений по снижению уровня минерализации откачиваемых вод, снижению количества откачиваемых вод и по естественному осветлению.

На втором уровне программы научно-исследовательской части работ реализуется принцип долевого участия предприятий источников в выполнении мер по снижению вредного влияния откачки шахтных вод в Кривбассе. Выполняется анализ целесообразности применения метода деминерализации обратным осмосом наиболее минерализованной части воды, анализ проблемы утилизации рассола после деминерализации обратным осмосом и утилизации твердого остатка после выпаривания рассола, анализ проблемы утилизации осадков отстойников, составление карт уровней подземных вод, депрессионных воронок, фильтрационных подземных потоков, зон карстообразований. Оценивается их влияние на безопасность ведения горных работ, безопасность и экологические аспекты селитебных территорий. Исследуется возможность и целесообразность использования на принципе долевого участия для длительной аккумуляции высокоминерализованных шахтных вод отработанных гранитных карьеров (на Криворожье их несколько) или изолированного железорудного карьера.

Список использованных источников

1. Технический проект «Отвод шахтных вод Кривбасса за пределы бассейна реки Ингулец». Украинский государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «УКРГИПРОВОДХОЗ». 1970 .267с.

2. Регламент сброса излишков оборотных вод горнорудных предприятий Кривбасса в 2014 – 2015гг. ПАО «Укрводпром», ГП «ИГОС НАН Украины». -Киев, 2014,51с.

3. Основные положения к ТЕР отведения шахтных вод от Кривбасса. «Кривбасспроект», «ВНИИчерметэнергоочистка», «ВИОГЕМ», «Механобрчермет», «Укрводоканалпроект», «ГИКЮЖруда». -87с.

4. Проект «Отведение шахтных вод Кривбасса на период до 2000г.». «Кривбасспроект». -1986.-207с.

5. Проект по деминерализации шахтных вод Кривбасса. "ВНИИ „Промтехнология”. -Москва,1990.-182с.

6. Проект по деминерализации шахтных вод Кривбасса. „СвердловНИИхиммаш”. -Екатеринбург, 1990.-96с.

7. Технический проект „Комплексная переработка шахтных вод шахты „Родина”. ”ВНИИ „Промтехнология”, „СвердловНИИхиммаш”. Московский энергетический институт, „Кривбасспроект”, Сакский институт „Йодо-бром”, Криворожский горнорудный институт. 1993.-187с.

8. Технический проект «Переработка шахтных вод шахты „Родина” методом вымораживания и применения новых технологий». ГНИИхимтехнологии.- Северодонецк, 1993.-127с.

9. Техничко-экономическое обоснование «Очистка шахтных вод шахты имени Артема. ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог». Украинский государственный научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт «УКРНИИВОДОКАНАЛПРОЕКТ». -Киев,2010.-110с.

10. Техничко-экономические соображения о целесообразности разведки полигона для захоронения высокоминерализованных шахтных вод Кривбасса в глубокие горизонты Причерноморской впадины. Криворожская геологоразведочная экспедиция ПГО «Южгеология», «Кривбасспроект». -Кривой Рог,1991.-67с.

11. Техничко-экономические соображения о целесообразности разведки полигона для захоронения высокоминерализованных шахтных вод Кривбасса в глубокие горизонты Днепрвско-Донецкой впадины. Криворожская геологоразведочная экспедиция ПГО «Южгеология», «Кривбасспроект». Кривой Рог.-1991.-69с.

12. Электронный ресурс: [<http://900igr.net/prezentacija/geografija/o-perspektivakh-razvitija-vetroenergetiki-v-respublike-kazakhstan-207856/o-stoimosti-vetroenergii-6.html>].

13. Электронный ресурс: [http://www.kit-e.ru/articles/powerel/2011_7_138.php].

Рукопись поступила 09.04.2016 г.