

ОМЕЛЬЧЕНКО Н.П. (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры),
КОВАЛЕНКО Л.И. (Донецкий национальный технический университет)

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕТЛЕНИЯ ШАХТНЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ ИХ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Запропоновані нові технології прояснення гірничих вод з використанням волокняних фільтрів. На її базі розроблені технологічні схеми очищення гірничих вод, які включають осереднювачі, обробку реагентами, відкриті гідроциклони, волокняні фільтри (тонкошарові відстійники). Додатково можуть включатися споруди для повторного використання гірничих вод: швидкі фільтри, устаткування коригування іонного складу води. Технологічні схеми впроваджені в проектних пропозиціях та в навчальному процесі ДонНТУ (в курсових проектах гірників-екологів).

Предложены новые технологии осветления шахтных вод с использованием волокнистых фильтров. На их базе разработаны технологические схемы очистки шахтных вод, включающие усреднители, реагентную обработку, открытые гидроциклоны, волокнистые фильтры (тонкослойные отстойники). Дополнительно могут включаться сооружения для повторного использования шахтных вод: скорые фильтры, установки корректировки ионного состава воды. Технологические схемы внедрены в проектных предложениях и в учебном процессе ДонНТУ (в курсовых проектах горняков-экологов).

New technologies of lighting up of mine waters are offered with the use of fibred filters. On their base the flowsheets of cleaning of mine waters are developed, including reagent treatment, opened hydrocyclons, fibred filters (sediment basins with fine layers). Additionally can be included building for the repeated use of mine waters: quick filters, options of adjustment of ionic composition of water. Flowsheets are inculcated in project suggestions and in the educational process of DonNTU (in the course projects of miners-environmentalists).

Введение. Обеспеченность Донбасса водными ресурсами недостаточна, и такое положение будет усугубляться с предполагаемым наращиванием выпуска продукции промышленными предприятиями региона по мере выхода из кризиса. Структура промышленности Донбасса такова, что производство на большинстве предприятий водоемкое. В то же время недостаточно используется такой ресурс, как подземные шахтные воды. В связи с реструктуризацией угольной промышленности многие шахты Центрального Донбасса закрыты по схеме с работающим водоотливом или же с передачей шахтных вод на соседние работающие шахты. Таким образом, воды неработающих шахт откачиваются на поверхность и являются загрязнителями для природных водоисточников, а могли бы стать источниками технического водоснабжения.

Анализ последних исследований и публикаций. Рекомендуемые отраслевыми и общими нормативными документами схемы очистки шахтных вод [1,2] являются громоздкими, требуют значительных капиталовложений, что в нынешних экономических условиях нереально.

Поставлена задача упростить традиционные решения по осветлению шахтных вод и привести их в соответствие с современным уровнем развития водоочистных технологий. При этом целесообразно не сбрасывать очищенные шахтные воды в природную водную среду, а найти им применение в качестве источника водоснабжения.

Основной материал. Результаты наших многолетних исследований в области очистки шахтных вод от взвешенных веществ, проведенных на шахтах Центрального Донбасса, позволили сформировать новые подходы к технологиям указанного направления.

Широко применяющаяся на практике технология осветления шахтных вод на поверхности заключается в их отстаивании в горизонтальных отстойниках без какой-либо предварительной обработки [1]. Производственный опыт показывает, что такие отстойники задерживают только крупные взвешенные примеси (мелкие частицы угля), работают в режиме песколовки, и дают недостаточный эффект осветления. Тонкодисперсные взвеси (глинистые частицы шахтных вод) имеют малую гидравлическую крупность и выносятся из отстойников. Это приводит к сбросу в природную водную среду недостаточно очищенных шахтных вод и заиливанию водных объектов. Проблема усугубляется отсутствием достаточно эффективных устройств для чистки зашламленных шахтных отстойников, что приводит к накоплению осадков в зоне осветления, их размыву и выносу в очищенную воду. При нерегулярной чистке отстойников возможны ситуации, когда мутность шахтной воды на выходе из сооружения превышает мутность исходной воды из водоотливного става.

Совокупность разработанных нами технологических новшеств привела к новому продвинутому решению по реконструкции шахтных отстойников, представленному на рис.1.

На первой стадии предложено отсекал крупные угольные частицы в открытом гидроциклоне (во избежание излишнего зашламливания отстойников). В гидроциклоне происходит

также гидравлическая разгрузка – гасится избыточная энергия потока воды из става водоотлива. Шлам из гидроциклона представляет собой угольную пульпу с малой зольностью и может направляться на угольный склад. На выпуске из гидроциклона в шахтную воду вводится раствор катионного флокулянта (например, полимер пиридиновой соли). Для приготовления раствора устраивается небольшое реагентное хозяйство – помещение для хранения флокулянта и раствороно-расходный бак с перемешиванием сжатым воздухом. Вода, обработанная флокулянтом, поступает в отстойник и распределяется по его сечению известными устройствами.

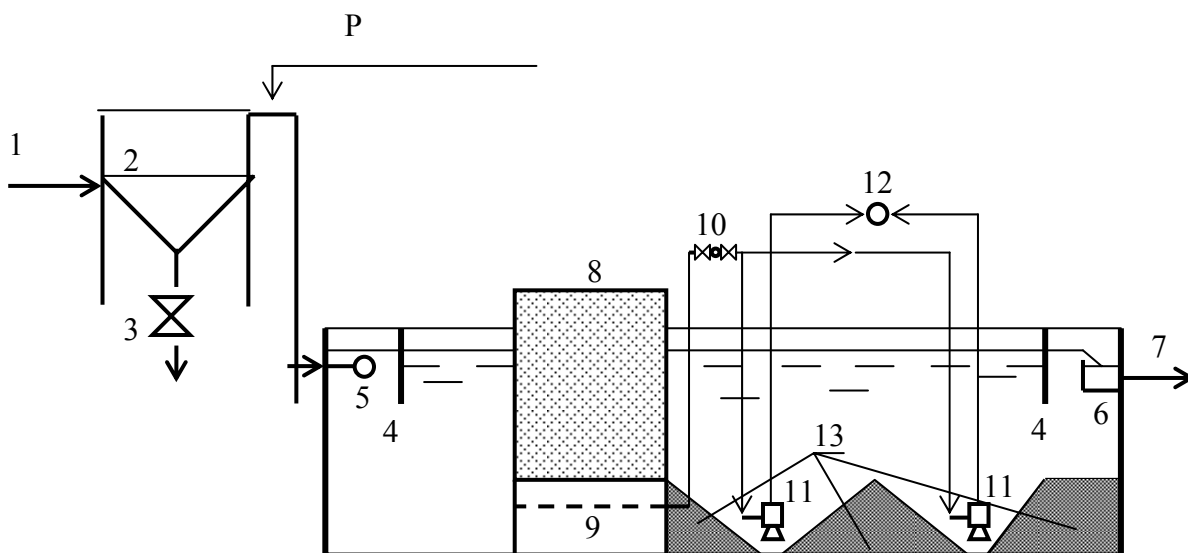


Рисунок 1 – Схема реконструкции шахтного отстойника

1 – подвод исходной воды из водоотлива, 2 – открытый гидроциклон, 3 – угольная пульпа, 4 – полупогружные перегородки, 5 – распределение воды в отстойнике, 6 - лоток для сбора осветленной воды, 7 – отвод осветленной воды, 8 – перегородка с волокнистой насадкой, 9 – распределительная система сжатого воздуха, 10 – подвод сжатого воздуха, 11 – эрлифты, 12 – сброс грязевой пульпы, 13 – бетонные отмостки, P – ввод реагента

В конструкцию отстойника вносятся два кардинальных изменения: устраивается объемная волокнистая перегородка в зоне осветления и пирамидальные ячейки в зоне накопления осадка после перегородки. Перегородка изготавливается в виде металлического каркаса, заполненного занавесками из волокнистых ершей. Толщина перегородки зависит от содержания взвесей в очищаемой шахтной воде гидравлической нагрузки на отстойники и составляет в среднем 2 м. Пирамидальные ячейки устраиваются из бетона и предназначены для накопления осадка и облегчения его удаления. В насадке идет процесс контактной коагуляции, сопровождающийся сначала накоплением тонкодисперсных взвесей в порах между волокнами, их укрупнением в грубодисперсные агрегаты, а после предельного заиливания порового пространства – выносом хлопьев из насадки. Образовавшиеся крупные агрегаты быстро осаждаются за перегородкой и накапливаются в ячейках пирамидального днища. Для интенсификации отрыва накопившихся в насадке загрязнений и периодической чистки волокон под перегородкой устраивается распределительная система сжатого воздуха из дырчатых труб, обеспечивающая периодический барботаж фильтрующей среды. Удаление осадка из отстойника также производится с помощью сжатого воздуха, который подается на эрлифты, всасывающие патрубки которых располагаются в вершинах пирамидальных ячеек. Грязевая пульпа из эрлифтов сливается в самотечную трубу и направляется на обезвоживание в шламонакопитель.

В период с 1984 года выполнены исследования по разработке новых технологий осветления шахтных вод на волокнистых насадках на шахтах им.Горького («Донецкуголь»), «Пролетарская-Крутая», «Холодная Балка» №3, «Октябрьская», «Советская», «Кировская-Западная», «Чайкино» («Макеевуголь»), им.Стаханова («Красноармейскуголь»), «Зуевская» («Октябрьуголь»), «Украина» («Луганскуголь»). Был предложен ряд технических решений как по интенсификации действующих очистных сооружений (шахтных отстойников) [3], так и по проектированию и изготовлению новых устройств для поверхностной и подземной очистки

шахтных вод [4,5]. Опыт работы полупроизводственных и производственных установок показал, что процесс осветления целесообразно разделить на несколько стадий, на каждой из которых будут удаляться взвеси определенной крупности.

Анализ гранулометрического состава взвесей шахтных вод показывает, что до 25% частиц представлено частицами угля крупностью более 1 мм. Их осаждение без проблем осуществляется в шахтных отстойниках – песколловках по своей сути. Проблема возникает на стадии чистки этих отстойников от осадка. Отсутствие эффективных технологий чистки шахтных отстойников делает эту процедуру трудоемкой и редко выполняемой. Отстойники зашламливаются и вместо очистки загрязняют шахтные воды. Оптимальным решением представляется использование в качестве сооружений первой стадии осветления открытых гидроциклонов, в которых действие сил гравитации усиливается полем центробежных сил, а выгрузка осадка из конической части осуществляется периодически под гидростатическим давлением по сбросной трубе с запорным устройством. Выгруженный шлам может направляться после простейшего обезвоживания на склад угля.

Тонкодисперсные частицы угольной пыли и размытых горных пород в шахтных отстойниках не задерживаются без применения реагентов. Обработка традиционными реагентами неэффективна для шахтных вод. Так, применение коагулянтов типа сернокислого алюминия дает большой объем рыхлых осадков, которые трудно обезвоживать, и требует громоздкого реагентного хозяйства. Использование полиакриламида, неионогенного флокулянта, практически не вызывает агрегацию примесей шахтных вод и не интенсифицирует осветление. Исследования показали, что наиболее эффективна обработка очищаемой воды катионными флокулянтами (используемыми в частности в процессах обогащения полезных ископаемых). Эти реагенты дают плотные осадки, достаточны в малых дозах (на порядок меньше доз коагулянтов), требуют простого хозяйства.

В качестве сооружений второй стадии осветления для удаления агрегированных частиц возможно использование или тонкослойных отстойников ДонУГИ (наиболее удачная конструкция отстойных устройств), или разработанных в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры волокнистых фильтров. Преимуществом последних является использование принципа контактной коагуляции, что ускоряет изъятие загрязнений. Это новые устройства, отличающиеся большой удельной поверхностью, пористостью и грязеемкостью фильтрующей загрузки. Загрязненная волокнистая насадка без проблем чистится сжатым воздухом, линии которого имеются и на шахтных поверхностях, и под землей.

Параллельно предлагаемая технология обеспечивает изъятие из воды нефтепродуктов.

После второй стадии осветления содержание взвешенных веществ в воде не превышает 20 г/м³ и она может сбрасываться в природную водную среду или направляться для повторного использования в качестве технической воды.

Использование очищенных шахтных вод для нужд пожаротушения, пылеподавления, водоснабжения душей и прачечных с целью экономии воды питьевых водопроводов возможно после глубокого осветления на традиционных зернистых скорых фильтрах и обеззараживания.

Все перечисленные сооружения должны эксплуатироваться в режиме с постоянными расходами очищаемой воды, в то время как шахтный водоотлив работает неравномерно. Поэтому напрашивается техническое решение с устройством в начале очистных сооружений усреднителей, в качестве которых можно использовать имеющиеся шахтные отстойники. Исходная вода подается на очистку из усреднителей с постоянным расходом малонапорными насосами. При этом часть воды закачивается этими же насосами в дырчатые трубы, укладываемые по дну отстойников, переоборудованных в усреднители, для предотвращения выпадения крупных взвесей. После подъема воды насосами движение воды по сооружениям осуществляется самотеком.

Образующиеся в технологии осадки и промывные воды следует направлять в осадкоуплотнители, в качестве которых можно использовать секции имеющихся шахтных отстойников. Вода, отделившаяся при этом от осадка, направляется в усреднители или резервуары технической воды, а уплотненный осадок – в шламонакопители.

Полученная в результате приведенных соображений схема очистки шахтных вод приведена на рис.2.

Наш анализ показывает, что оптимальным решением является осветление шахтных вод под землей. При этом достигаются следующие преимущества: на поверхность выдается осветленная вода, которая может сбрасываться без очистки; часть очищенной воды может по-

даваться на технологические нужды подземных горных работ, вследствие чего уменьшаются затраты на откачку и достигается экономия "свежей" воды из водопровода; уменьшается износ насосов водоотлива; образующиеся осадки складировываются под землей. Размещение водоочистного оборудования в горных выработках накладывает ряд ограничений на его габариты и компоновку: предпочтительно оборудование заводского изготовления; целесообразно использование существующих выработок; ограниченные габариты горных выработок, особенно по высоте; оборудование должно быть компактным и высокопроизводительным. В соответствии с этими требованиями предложена новая технология осветления шахтных вод в подземных условиях [5].

В основе предлагаемой технологии волокнистый фильтр с насадкой в форме ершей. Предварительно в обрабатываемую воду вводится реагент (предпочтительнее катионный флокулянт), после воздухоотделения шахтная вода фильтруется через волокнистую насадку из ершей из синтетических волокон. Волокнистый фильтр состоит из отдельных секций, в каждой из которых фильтровальный поток движется сначала сверху вниз, а затем снизу вверх, устройство фильтра защищено патентом N I787042.

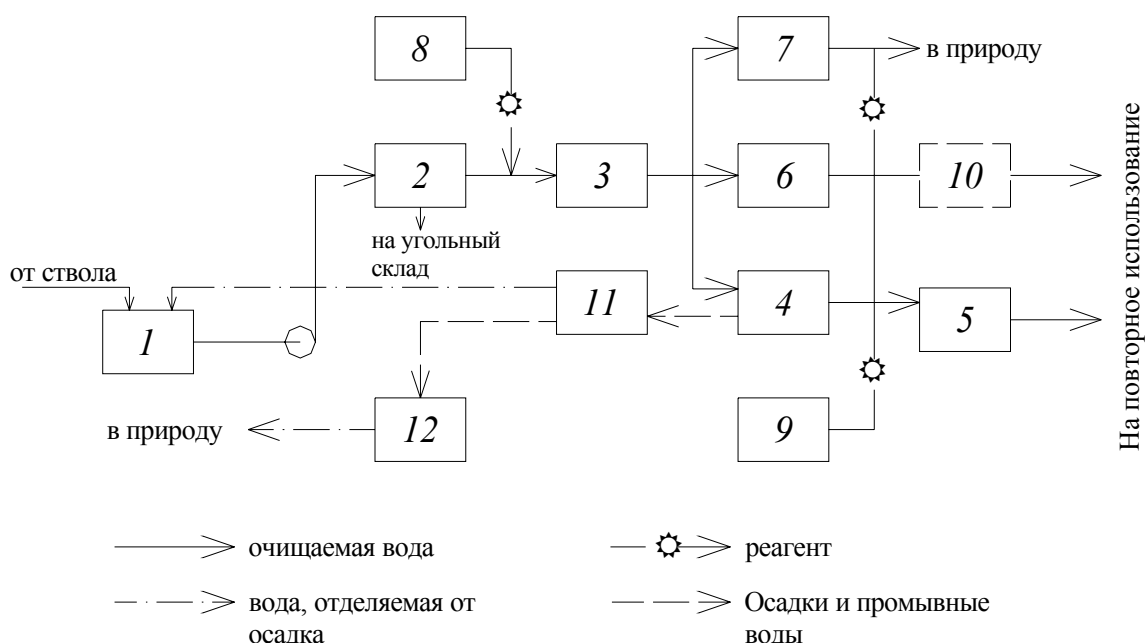


Рисунок 2 – Предлагаемая схема очистки и повторного использования шахтных вод

1 - усреднитель, 2 - открытый гидроциклон, 3 - тонкослойный отстойник (волоконный фильтр), 4 - скорый фильтр, 5 - резервуар чистой воды, 6 - резервуар технической воды, 7 - пруд, 8 - реагентное хозяйство, 9 - хлораторная, 10 - сооружения корректировки ионного состава воды, 11 - стгуститель осадка, 12 - осадконакопитель

За счет контактной коагуляции взвешенные частицы прилипают к волокнам насадки и удаляются из воды. Регенерация насадки производится путем продувки сжатым воздухом и опорожнения секции в сток. Использование в технологии катионного флокулянта позволяет отказаться от коагулянта, вводить малые дозы реагента (и иметь компактное реагентное хозяйство), получать плотный осадок в порах насадки.

Представляется целесообразным повторное использование очищенных шахтных вод не только для нужд самого угледобывающего предприятия, но и для технического водоснабжения ближайших предприятий: автотранспортных, изготовления строительных материалов, коксохимии и т.п. При этом может понадобиться корректировка ионного состава воды -умягчение (устранение жесткости), подкисление или подщелачивание. Экономически невыгодным представляется обессоливание или опреснение шахтных вод для их повторного использования. Если минерализация шахтной воды превышает требуемую потребителем, то реальны два пути: разбавление ее атмосферными осадками в прудах или смешивание с водопроводной водой.

Таким образом, в основе предлагаемых решений лежат принципы уменьшения вредного влияния шахтных вод на природную водную среду и рационального использования водных

ресурсов.

Предлагаемые схемы очистки и повторного использования шахтных вод внедрены в виде проектных предложений, а также в курсовых проектах по дисциплине «Проектирование очистных сооружений», выполняемых под руководством автора на факультете геотехнологий и управления производством Донецкого национального технического университета студентами специализации «Экология горного дела». Разработки будут также внедрены в курсовых проектах по дисциплине «Технологии использования шахтных вод» для студентов специализации «Комплексное использование недр».

Выводы. Предложенные технологии осветления шахтных вод позволяют усовершенствовать эксплуатацию очистных сооружений (упростить чистку сооружений от грубодисперсных взвесей), увеличить эффект осветления за счет использования контактной коагуляции, максимально использовать имеющиеся на шахтах очистные сооружения (шахтные отстойники), использовать очищенные шахтные воды для технического водоснабжения, уменьшить загрязнение природных вод шахтными.

Библиографический список:

1. Технологические схемы очистки от взвешенных веществ и обеззараживания шахтных вод. Каталог. – М.: ЦНИЭИуголь, 1985. – 67 с.
2. Проектирование сооружений для очистки сточных вод (Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85) – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.
3. Омельченко Н.П., Пудвиль В.Р. О повышении эффективности работы шахтных отстойников с применением волокнистых перегородок. Инф. письмо ЦБНТИ МУП СССР, 1990. – 3 с.
4. Пудвиль В.Р. Очистка шахтных вод от механических примесей в фильтрах с волокнистой насадкой. Сборник научных трудов «Новые технологические процессы и оборудование в области очистки воды и трубопроводов». – К.: УМК ВО, 1991. – С. 89 – 92.
5. Омельченко Н.П., Камышан В.В., Пудвиль В.Р. Новая технология очистки шахтных вод в подземных условиях // Уголь Украины, 1992. – № 2 – С. 22 – 23.