
© В.И. Демкин, А.М. Навитний,
А.А. Свитцов, Ю.В. Каплунов,
2010

УДК 651:628.33/.35

В.И. Демкин, А.М. Навитний, А.А. Свитцов, Ю.В. Каплунов

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ШАХТНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАННО-СОРБЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Дан анализ методов комплексной переработки высокоминерализованных шахтных вод. Предложено практически мало- и безотходное производство деминерализации вод с учетом требований обеспечения экологически безопасной обстановки в районах крупномасштабного закрытия шахт и разрезов

Ключевые слова: очистка и переработка шахтных вод, мембранные-сорбционные установки, экологизация.

Семинар № 8

1. Проблема очистки и комплексной переработки высокоминерализованных шахтных вод до сих пор не разрешена. При откачке шахтных вод и ее сбросе на рельеф происходят засоление почвы и изменение состава водоемов-приемников, что требует затрат на ликвидацию таких техногенных последствий.

2. Указанная проблема соотносится с интересами населения на больших углепромышленных территориях, являясь одним из главных препятствий для обеспечения экологически безопасных условий жизнедеятельности людей.

3. В государственной политике России принимаются активные меры для эффективного использования природно-ресурсного потенциала, и, в частности водных ресурсов.

В угольных регионах эта задача соотносится с предотвращением сброса недостаточно очищенных соленых и кислых шахтных вод. Основными компонентами в сбрасываемых шахтных водах являются соединения железа, натрия, кальция, магния.

4. Объем сбрасываемых шахтных вод составил в 2006 г. 500 млн м³,

которые из-за своего состава не могут быть использованы не для сельскохозяйственного, ни тем более для питьевого водопотребления. И все это происходит на фоне жесткого дефицита питьевой воды на большинстве территорий топливно-энергетических комплексов.

5. Из-за невозможности в 80-х годах прошлого столетия спрогнозировать техногенные масштабы изменений в углепромышленных регионах, до настоящего времени среди основных технических методов водоочистки шахтных вод остается их отстаивание в прудах-накопителях с последующим сбросом в водоемы. Дополнительно применяемые методы с фильтрацией и обработкой воды позволили снижать содержание в ней твердых взвесей и железа, однако не обеспечивали очистку от вредных растворенных веществ. При этом обеспечивалось снижение на 5–10 процентов токсичности воды.

На этапе поиска решений с предложением использовать реагентные методы обработки, выяснился их основной недостаток – на 1 кг выводи-

мых солей необходимо применить почти столько же дополнительных химических реагентов и требовалось дополнительные затраты на специальные бетонные сооружения для обеспечения режимов водоочистки. При этом на практике удавалась снижать токсичность воды в 2–3 раза, однако этого уровня недостаточно для достижения нормативных требований.

6. В перспективное направление оформлялась решение специалистов угольной отрасли начать разработку проблемы обессоливания шахтных вод с получением при этом полезных продуктов. Из-за отсутствия серьезного дефицита питьевой воды и высокой стоимости проектов они не были реализованы в широких масштабах (за исключением отдельных решений в угольной, металлургической, атомной, химической и энергетической отраслях). Однако в целом идея получила признание. И, в результате, в западных странах, и затем в б. СССР и России появились промышленные мембранные установки орошения воды. В 1990-ых годах были разработаны соответственные научно-технические программы освоения новых методов орошения, которые в силу различных причин не были реализованы.

6.1. Параллельно с перспективным направлением развивались новые технологические способы очистки (электрохимический и биотехнологический). Однако они по сути могли быть использованы лишь на этапе доочистки воды с целью обеспечения питьевых кондиций, а поэтому экологический аспект проблемы, и, в частности, обеспечения малоотходности технологии практически полностью игнорировался. Процесс водоочистки с выделением чистой воды в любом случае происходит параллельно с образованием концентратов загрязне-

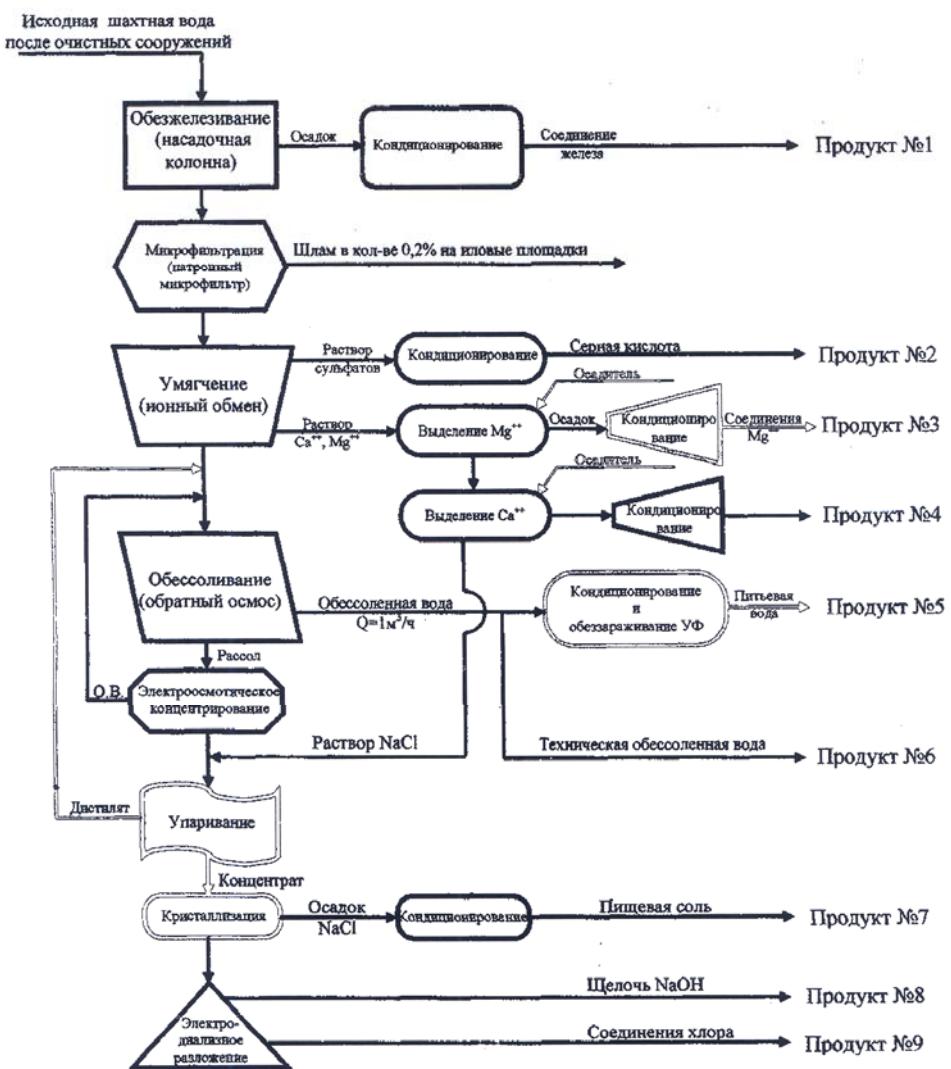
ний (шламы, осадки веществ, рассолы) потенциально опасные для окружающей среды. Это предопределяет необходимость экологизации технико-технологических решений в очистке шахтных вод.

Перспективы в разрешении проблемы заложены только в комплексном подходе переработки шахтных вод, при котором возможно получение номенклатуры полезных для жизнедеятельности людей продуктов: чистая питьевая вода, вещества и материалы с потребительскими свойствами (пищевая соль, кальцинированная сода, магний и железо для металлургического производства и другие). Характеристики продуктов:

Поваренная соль: является биржевым продуктом. Цена в зависимости от качества изменяется в пределах от 40 до 60 долларов США за 1 тону. *Соединения кальция:* Продукты, – сухой хлорид кальция (для производства стройматериалов), раствор (для дальнейшего получения мела, для очистки дорог от снега), а также гашеная известь (для производства стройматериалов). *Соединения магния:* востребованы на рынке при цене 290 долларов США за одну тонну хлорида магния и 2500 долларов США за одну тонну металлического магния. Соединения магния широко применяются: в металлургии – производство алюминиевых сплавов, чугуна, огнеупоров; сельском хозяйстве – добавки к удобрениям и кормам, а также в химии, фармацевтике, производстве строительных материалов и машиностроении. *Пресная вода.* Дефицит пресной воды как питьевого, так и технического качества в горнопромышленных районах предопределяет наибольшую востребованность и ценность этого продукта.

6.2. В условиях рыночной экономики и усугубляющегося дефицита

Рис. 1. Принципиальная схема комплексной очистки и переработки шахтных вод на водоотливном комплексе



питьевых вод минерализованные шахтные воды следует рассматривать как потенциально ценный источник минерального сырья. В случае рациональных решений возможна частичная окупаемость проекта демине-

рализации вод. Такие решения видятся в случае комплексной переработки шахтных вод.

На рис. 1 представлена принципиальная схема комплексной очистки и переработки шахтных вод, примени-

Таблица 1
**Характеристика шахтных и поверхностных вод
в районах влияния ликвидируемых шахт**

Пункты наблюдений	Содержание компонентов химического состава воды, мг/дм ³								
	pH	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ³⁻	Fe _{общ}	ост.
ПДК компонентов в воде водоемов и водотоков питьевого водопользования	6,5–8,5	200	180	40	500	350	не норм	0,3	1000
Шахтная вода из коллектора	6,6	948	253	220	2279	482	674	18,06	4725
Шахтная вода из клет.ствола	6,5	941	257	209	2168	477	777	23,58	4640
Шахтная вода из-под породного отвала	3,7	0	896	2551	8799	1845	0	438,7	14851
На реке – в 100 м выше сброса шахтной воды	6,9	526	179	131	1198	281	374	3,49	2962
На реке в 100 м ниже сброса шахтной воды	7,3	897	249	201,9	2056	460,9	744,2	12,7	4350
На реке в 3 км ниже сброса шахтной воды	7,6	382	227	226	1700	355	500	0,29	3438

тельно к водоотливному комплексу одной из шахт Ростовской области (Восточный Донбасс).

7. В концепции комплексной технологии наряду с традиционными реагентными методами концентрированного выделения продуктов из рассолов предлагается использовать современные мембранные и сорбционные методы.

Современный уровень производства при широком ассортименте полупроницаемых мембран, фильтрующих и сорбционных материалов, позволяет обеспечить практически любые мощности производства и получить более чистые компоненты из рассолов обессоливающих установок.

Предлагаемая на принципиально новом уровне технологического обес-

печенияя комплексная переработка шахтных вод является практически безотходной.

Представляется целесообразным с участием специализированных организаций в короткие сроки создать и внедрить небольшой производительностью опытно-промышленную установку по очистке шахтных вод с использованием мембранны-сорбционных методов. Ее внедрение позволит в режиме реального времени получать исходные данные для проектирования требуемых крупных станций с различными типоразмерами производительностями (при средней – 500 м³/час) с учетом опыта проектирования, строительства, и эксплуатации мембранных опреснительных установок.



Рис. 2. Принципиальная схема процесса комплексной очистки шахтных вод

Для разработки опытно-промышленной водоочистной установки, могут быть приняты следующие характеристики и химический состав шахтных и поверхностных вод в районах влияния ликвидируемых шахт Восточного Донбасса применительно к шахтным водам шахты «Глубокая» начинает выполняться (табл. 1).

С учетом результатов анализа качества воды на рис. 2 представлена принципиальная схема процесса очистки шахтной воды на опытно-промышленной (пилотной) установке.

Стадии кондиционирования продуктов будут в основном представлены оборудованием поискового мас-

штаба, поскольку расходы потоков на этой стадии незначительны.

После электрохимического концентрирования рассолов концентрат будет направляться на иловые площадки с дальнейшей переработкой и получением ценных товарных продуктов (таких как натрий в виде $NaCl$ или $NaOH$, кальций в виде $CaCl_2$ или $Ca(OH)_2$, магний в виде $MgCl_2$ или MgO_2). То есть по предложенной схеме возможно практическимало- и безотходное производство деминерализации вод с учетом требований обеспечения экологически безопасной обстановки в районах крупномасштабного закрытия шахт и разрезов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко О.А., Демкин В.И. Электриализная станция орошения с аппаратом ЭДА 1500Ч1000. Журнал «Технический прогресс в атомной промышленности», серия: Промышленная технология и радиоэкология, выпуск 1, 1992. – с. 29–31.
2. Сидоренко О.А. Автореферат диссертации «Совершенствование технологии электриализного орошения воды озера Балкаш». М., 1991.
3. Щадов В.М., Агапов А.Е., Каплунов Ю.В., Навитний А.М. Научно-технические разработки по охране водных ресурсов и очистке сточных вод в угольной промышленности: Обзор – М., 2003. – 116 с.
4. Гусев Н.Н. К вопросу использования шахтных вод в качестве источника водоснабжения в углепромышленных районах. 20 лет кафедре экономика природопользования. Юбилейный выпуск научных трудов, МГГУ. – 2007.
5. Доклад по деминерализации шахтных вод, г. Пермь, ВНИИОСуголь. ГИАБ

Коротко об авторах

Демкин В.И. – международный консорциум «Экологическое сообщество»
Навитний А.М. – Государственное учреждение по реорганизации и ликвидации нерентабельных шахт и разрезов (ГУ ГУРШ), bna@gursh.ru
Свитцов А.А.
Каплунов Ю.В. – Государственное учреждение по реорганизации и ликвидации нерентабельных шахт и разрезов (ГУ ГУРШ), bna@gursh.ru



ТАМОЖНЯ ДАЕТ ДОБРО, ... НО НЕ БЕСПЛАТНО

Таможенная деятельность приносит государству огромные средства, здесь работают тысячи людей, высока коррупция, пересечь границу стало непростой проблемой. А как все это начиналось?

сах улучшилась. Но свято место пусто не бывает. На место мифического Соловья-Разбойника пришли настоящие разбойники с большой дороги. Вот как это происходило.

Крестоносцы тоже не были ангелами, они под видом освобождения религиозных святынь беспощадно грабили ближневосточные страны. И с огромными обозами, нагруженными ценностями, возвращались домой через Австрию и другие страны Центральной Европы. А на дорогах их ждали другие разбойники, которые по разным причинам не участвовали в Крестовых походах, отнимали у крестоносцев ранее награбленное.

Экспроприация приняла такие масштабы, что создавались специальные отряды сопровождения, разрабатывались маршруты лавирования между бандитскими отрядами, вырабатывалась стратегия движения, велись переговоры. В конце концов, монархи европейских государств решили узаконить грабежи, к тому же придать ему силу неотвратимости. Для этого создали государственную таможенную службу, рекрутируя туда дорожных бандитов. Отнятое делили «по справедливости», заслоны поставили вдоль всех границ, написали инструкции. И дело закипело.

Прошла тысяча лет. Таможенное дело совершенствуется, казна получает приличные доходы, сотрудников таможни развращают коммерсанты и рядовые путешественники. Люди уже забыли о возмущении неправедным промыслом и смылись с необходимостью делиться своим добром. Техника отъема изменилась, впрочем, суть та же.

Из книги Л.Х. Гитиса «Верхом на тигре». М.: Горная книга, 2009. С. 238

Эту историю мне рассказали в Австрии. Оказывается, после победы Ильи Муромца над первым таможенником Соловьевым-Разбойником ситуация в ле-