

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Гулько Сергея Евгеньевича на тему «Научные основы экологически безопасных технологий при использовании шахтных вод», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства».

Диссертационная работа к.т.н. Гулько Сергея Евгеньевича, изложенная на 328 стр. машинописного текста, полностью раскрывает поставленную автором цель исследования.

Критически изученная соискателем априорная информация (список литературы включает 207 наименований) позволила, с учетом принципа преемственности, обосновать актуальность, сформулировать цель и задачи работы, провести теоретические и натурные исследования. Основные результаты научных исследований Гулько С.Е. опубликованы в периодической научной печати и представлялись в виде докладов на международных научно-практических конференциях с широкой географией.

Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертационной работы.

Актуальность работы и ее связь с научными программами, темами

В Донецкой Народной Республике крайне остро стоит проблема загрязнения окружающей среды. Основным из факторов обуславливающих данное положение вещей являются откачиваемые шахтные воды действующих и ликвидированных угольных предприятий, объем которых исчисляется десятками миллионов кубометров в год. Откачиваемые воды имеют высокую минерализацию и содержат крайне токсичные соединения тяжелых металлов, приводя к загрязнению водоемов, что приводит к ограничению возможностей использования поверхностных вод в промышленных и коммунальных целях. Следует отметить, что эта проблема не является чем-то исключительным, а относится практически ко всем развитым горнопромышленным регионам мира. Сложность проблемы состоит и в том, что токсическое воздействие поллютантов имеет еще отдаленные последствия в виде серьезного ухудшения здоровья населения. При больших объемах поступления шахтных вод в поверхностные водоемы мы сталкиваемся с увеличивающимся дефицитом пресной воды, следствием чего является необходимость решения вопросов ресурсосбережения и замены шахтной водой пресных вод, используемых в определенных производственных процессах и для коммунальных нужд. До-

полнительным осложняющим фактором является тот факт, что применение традиционных технологий очистки происходит вторичное загрязнение окружающей среды.

В силу сказанного научно-техническая проблема обоснования выбора методов, средств и технологий обеспечения экологической безопасности является, безусловно, актуальной.

Замечу, что указанная проблема использования шахтных вод приобрела особенную актуальность в последние годы в связи с известными обстоятельствами, связанными с противостоянием на Донбассе.

Основные исследования теоретического и прикладного характера выполнены в соответствии с НИОКТР № 011700000277 "Снижение рисков возникновения опасных ситуаций на промышленных объектах"; заданием правительства ДНР "Выполнить технико-экономическое обоснование использования шахтных вод закрытых угледобывающих предприятий для дополнительного водоснабжения г. Снежное; поручением департамента анализа и стратегического развития ДНР "Разработка технического задания на использование шахтных вод промышленными предприятиями как альтернативного источника водоснабжения".

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

В первом разделе убедительно показано, что многолетний сброс шахтных вод вызвал деградации поверхностных водных источников, что исключило возможность использования воды не только для питьевых, но и для хозяйственных целей.

Отмечено, что в энергетике, металлургической и химической промышленности в технологических процессах используются огромные объемы пресных вод. При этом использование шахтных вод позволяет исключить или существенно сократить потребление важного народно-хозяйственного ресурса пресных вод и, соответственно, уменьшить их дефицит.

Диссертант вычленил некоторые важные характеристики загрязнений шахтных вод, в частности, было показано, что содержащиеся в шахтных водах взвешенные частицы состоят в значительной степени из дисперсных частиц угля. Данное обстоятельство позволяет утилизировать этот отход в виде топлива на промышленных установках и в бытовых твердотопливных котлах.

Обосновано применение тонкослойных отстойников или установок с тонкослойными модулями для очистки шахтных вод от взвешенных частиц и

использование мембранных электродиализных, обратноосмотических установок для очистки шахтных вод от примесей ионной степени дисперсности.

Второй раздел диссертации посвящен исследованию возможности использования вод повышенной минерализации (в частности, очищенных до заданного состава шахтных вод) для подпитки тепловых сетей с закрытым водоразбором.

Показано, что при использовании шахтных вод в качестве энергоносителя существует, в основном, два ограничивающих фактора: минерализация шахтной воды и её карбонатный индекс.

Заслуживают положительной оценки данные исследований о влиянии толщины отложений на снижение коэффициента теплопередачи и соответственно, увеличение энергозатрат.

Диссертант получил ряд важных с теоретической и практической точек зрения зависимостей влияния концентраций щелочности, кальциевой жесткости и угольной кислоты, а также показателя (рН – рП) на интенсивность образования отложений. Указанные соотношения непосредственно влияют на безопасность эксплуатации котельного оборудования, установленного в водогрейных котельных.

Обоснован приоритетный метод очистки подпиточной воды с использованием карбоксильных катионитов. Установлены зависимости для определения оптимального объема загрузок указанных ионитов и межрегенерационного периода с учетом существующей стоимости серной кислоты, ионообменных смол и коэффициента их амортизации.

Решена также важная для условий эксплуатации задача предотвращения гипсования слоя ионообменной смолы за счет установления критического времени нахождения регенерата в слое ионита. Критическим показателем является индукционный период кристаллизации сульфата кальция, который, согласно полученным зависимостям является функцией произведения концентраций ионов кальция и сульфатов, а также абсолютной температуры раствора.

В третьем разделе рассмотрены вопросы использования шахтных вод в оборотных циклах промышленных предприятий. В условиях применения воды в качестве теплоносителя, в основном, для отвода тепла от технологического оборудования главным ограничивающим фактором является образование накипи на теплопередающих поверхностях.

Показано, что интенсивность образования отложений зависит от произведения растворимости для отдельных форм накипи, вида кристаллов гидрокарбонатной щелочности воды и времени нахождения воды в зоне нагрева. Впервые получены зависимости произведений растворимости для трёх основных форм карбоната кальция: ватерита, арагонита и кальцита. Критическое значение имеет также щелочность используемой воды – 7 мг-экв/дм³. С учетом термического сопротивления накипи и, соответственно, увеличения расхода воды в оборотных системах худшие условия существуют при образовании кристаллов арагонита, которые имеют игольчатую, разветвленную структуру.

Диссертант экспериментально доказал влияние небольших концентраций присадок на интенсивность накипеобразования. Интересными с практической точки зрения являются данные, показывающие влияние типа поверхности на продолжительность образования зародышей кристаллов. Эти данные показывают, какой тип оросителей необходимо выбирать для градирен. Применяемые в отечественной практике материалы для оросителей в виде асбестоцементных листов являются худшими из материалов. Их использование требует увеличения расхода подпиточной воды и, соответственно, ухудшает экологические показатели работы оборотных систем охлаждения.

С точки зрения оппонента, большое значение имеет полученная в диссертации зависимость индукционного периода кристаллизации карбоната кальция от температуры и отношения ПК/ПР поскольку её использование позволяет оптимизировать работу оборотных систем в различных отраслях промышленности.

Можно отметить, что практически весь объем исследований, выполненных и изложенных диссертантом, в данном и предыдущем разделе является оригинальным.

Четвертый раздел диссертации посвящен очистке шахтных вод от соединений тяжелых металлов. Исследовано загрязнение шахтных вод соединениями тяжелых металлов на девяти шахтах Донбасса. Содержание токсичных компонентов в углях, указанных шахт значительно превышают кларки элементов, что обуславливает высокую степень загрязненности шахтных вод токсичными соединениями. Обоснована технология очистки вод от соединений тяжелых металлов с использованием ступенчатого осаждения и с выбором оптимальных реагентов. Учитывая аморфные свойства тяжелых метал-

лов, предложен ряд соотношений, определяющих концентрацию металлов в шахтной воде в зависимости от уровня рН.

Пятый раздел диссертации направлен на изучение применения обратноосмотической технологии обессоливания шахтных вод. Подчеркивается, что в условиях повышенной минерализации исходной воды, традиционные ионообменные технологии являются неконкурентоспособными. Обосновано применение изменения конфигурации подключения обратноосмотических модулей в зависимости от минерализации исходной воды и необходимой степени обессоливания, и производительности оборудования. Это обеспечивает существенный экологический эффект за счет сокращения объема сточных вод.

Достаточно интересно решена задача определения влияния многих факторов на параметры процесса обессоливания воды за счет применения теории подобия с учетом дополнения Хантли. Это позволило получить важные результаты, как с теоретической, так и с практической точек зрения.

В шестом разделе рассмотрено применение процессов с фазовым переходом (испарение и вымораживание) для переработки концентрированных сточных вод. Обосновано применение вымораживания для переработки концентратов, т. к. теплота плавления льда существенно меньше теплоты упаривания воды. Обосновано также применение многоступенчатого вымораживания при обессоливании воды повышенной минерализации для получения воды, качество которой соответствует нормам на пресную воду питьевого класса. Приведено корректное объяснение причин повышенной минерализации твердой фазы – льда при вымораживании воды повышенной минерализации и приведены рекомендации предотвращения или снижения степени реализации этого явления за счет ступенчатого испарения или применения промежуточной отмывки твердой фазы.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении базовых закономерностей современных технологических процессов очистки шахтных вод и критериальных соотношений, позволяющих решать широкий класс задач их оптимизации.

Практическая значимость работы заключается в разработке руководящих указаний по экологически безопасному использованию шахтных вод в оборотных циклах промышленных предприятий; положений по выбору технологических параметров применения шахтных вод в качестве теплоносителя в циркуляционных системах и тепловых сетях; новых экологически безо-

пасных технологий очистки шахтных вод, позволяющих получить альтернативные источники водоснабжения; положительными результатами внедрения на промышленных предприятиях Донбасса; значительным экономическим эффектом от применения разработанных автором новых схем подпитки тепловых сетей.

Достоверность выводов и рекомендаций обеспечивается использованием фундаментальных положений теорий растворения и кристаллизации, математической статистики; широким диапазоном и значительным объемом экспериментальных данных, полученных на современной приборной базе, с достоверной вероятностью 0,95; высокими корреляционными отношениями между построенными теоретическими моделями и фактическими данными.

Новизна полученных в диссертации результатов состоит в следующем:

– на основе многосторонних исследований реализована возможность использования шахтных вод, как ресурса, позволяющего заменить или значительно сократить потребность пресных вод во многих технологических процессах, в частности:

для повышения экологической безопасности систем теплоснабжения разработаны теоретические положения использования шахтных вод для подпитки тепловых сетей с закрытым водоразбором, заключающиеся в определении: величины снижения карбонатного индекса с применением карбоксильных катионитов; растворимости полиморфных соединений карбоната кальция; а также индукционного периода кристаллизации гипса, что обеспечивает безопасные условия регенерации фильтров;

– впервые установлены граничные значения карбонатного индекса и получены аналитические зависимости индукционного периода кристаллизации карбоната кальция, что обеспечивает условие надежной работы оборотных систем водопользования при использовании шахтной воды в качестве теплоносителя;

– обоснованы экологически безопасные инновационные технологии противонакипной обработки воды в оборотных системах через снижение карбонатной жесткости известью, а также определены приоритетные реагенты с учетом оценки эффективности очистки от накипеобразователей;

– впервые установлены условия кристаллизации карбоната кальция на различных материалах, используемых в качестве оросителей градирен, за-

ключающиеся в получении аналитической зависимости интенсивности осаждения от угла смачивания поверхности;

– впервые установлена критериальная зависимость переноса пермиата через обратноосмотическую мембрану в зависимости от скорости потока ретентата, концентрации солей, коэффициентов диффузий соли и вязкости потока, длины хода потока и расстояния между мембранами, что позволяет количественно установить влияние отдельных факторов и выбрать оптимальные условия эксплуатации установок поперечной фильтрации;

– впервые обосновано использование режима близкого к идеальному вытеснению при термической переработке ретентата за счет использования секционированного потока выпариваемой жидкости;

– впервые разработаны теоретические положения выбора экологически безопасной технологии вымораживания ретентата и обоснованы причины относительно низкой степени обессоливания – перехода солей в лед за счет дискретной молекулярной структуры воды;

– установлены аналитические зависимости остаточного содержания тяжелых металлов в шахтной воде в зависимости от уровня рН и обоснована необходимость ступенчатого осаждения тяжелых металлов, что обусловлено их амфотерными свойствами.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства»

Направленность диссертационной работы характеризуется как техническая, в которой решена актуальная научная проблема создания научных основ экологически безопасных технологий при использовании шахтных вод.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства»

Замечания.

1. Научные положения, выносимые на защиту, сформулированы расплывчато без указания конкретных зависимостей, соотношений и главных влияющих факторов на те или иные физико-химические процессы, хотя в самой работе они являются основной частью проведенных исследований.

2. Второе положение носит незаконченный характер и, вообще говоря, не относится к научным результатам работы.

3. Восьмое положение – отраслевой документ является практическим важным элементом реализации итогов научной работы, но не может являться предметом защиты.

4. В диссертационной работе рассмотрены и решены важные задачи области применения предлагаемых решений использованию шахтных вод для подпитки оборотных циклов только с учетом предотвращения образования накипи. В тоже время, не достаточно рассмотрен дуальный элемент, а именно, ограничение по коррозии металла, учитывая повышенное содержание агрессивных с коррозионной точки зрения примесей.

5. По мнению оппонента необходимо было более детально рассмотреть использование биоплато для очистки шахтных вод.

6. Следовало более детально рассмотреть, область применения использования карбоксильных катионитов для умягчения шахтных вод. Следует ли применять эти перспективные решения только для очистки вод повышенной минерализации.

7. Многие научно-технические решения, рассмотренные в диссертации, могут быть применены непосредственно на шахтах. Учитывая то, что сам диссертант является руководителем профильного института, следовало бы рассмотреть ограничения научно-технического и экономического плана, позволяющие либо не позволяющие применить многие перспективные технические решения в отрасли.

8. В приведенных многочисленных регрессионных зависимостях, полученных при обработке тех или иных экспериментальных данных, не приведены количественные данные по выборкам. Вместо коэффициентов корреляции более корректно использовать корреляционное отношение.

9. Имеется ряд редакционных замечаний, которые переданы автору.

Заключение.

Диссертация Гулько С.Е. «Научные основы экологически безопасных технологий при использовании шахтных вод» представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная научная проблема, заключающаяся в теоретическом и экспериментальном обосновании способов и средств повышения экологической безопасности технологических процессов использования шахтных вод.

Отмеченные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

Тема научного исследования полностью соответствует заявленной специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства».

Таким образом, можно заключить, что представленная диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне, практической ценности и достоверности полученных результатов вполне соответствует критериям, установленным п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней» Донецкой народной республики, а ее автор, к.т.н. Гулько Сергей Евгеньевич, заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства».

Официальный оппонент
д-р техн. наук, с.н.с.
заместитель директора
по научной работе РАНИМИ

283004, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 291,
тел.: (062)300-27-93,
E-mail: viktor-driban@yandex.ru

В. А. Дрибан

Я, Дрибан Виктор Александрович, согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных.

