

ВОДА. ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МАГНИТНОЙ АНТИНАКИПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ШАХТНОГО ВОДООТЛИВА

Усачев В.П., инж. (фирма «Вотали ЛТД» ООО, г. Донецк), votali.dn@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ:

Актуальность темы.

Введение.

1. Анализ существующих методов очистки отложений
2. Безреагентные методы водоподготовки
3. Механизм кристаллизации солей на поверхности
4. Магнитная обработка жидкости. Гипотезы
 - 4.1. Некоторые расчеты, предложенной гипотезы и описанной модели
 - 4.2. Качественная оценка новой гипотезы

Выводы.

Список используемой литературы

Данная концепция в соответствии с Законом Украины «Об энергосбережении» и в большей степени ситуация с ростом стоимости энергоресурсов, обращает внимание отечественных энергопотребителей на актуальность и необходимость энергосбережения.

Данная концепция определяет суть электромагнитной обработки и основные задачи, вместе с тем, для решения сугубо практических задач важным является конечный положительный результат от магнитной обработки того или иного раствора, шахтной воды или композитной смеси, который получен специалистами фирмы «Вотали ЛТД» по результатам многих внедрений безреагентного антинакипного аппарата «Илиос».

Приведены примеры успешного применения электромагнитной обработки водных растворов и систем в технологических процессах (без нагрева) в горнорудной промышленности для очистки и предохранения от отложений минеральных солей. Рассмотрены гипотезы, в т.ч. новая, о механизме происходящих явлений и возникающие при этом проблемы.

Актуальность темы

Украина характеризуется развитием большого комплекса различных по возрасту геологических формаций (кристаллических, осадочных и др.), природные эволюционные процессы в которых обусловили формирование на ее территории до 5% мирового объема минерально-сырьевых ресурсов. Угольная промышленность базируется на запасах трех

бассейнов (Донецкого, Днепровского, Львовско-Волинского) и занимает одно из ведущих мест в топливно-энергетическом комплексе страны.

Водоотлив горных предприятий является важным элементом всего комплекса горнотехнического оборудования, и его надежная работа во многом определяет бесперебойность и безотказность ведения горных работ по добыче полезных ископаемых.

Водоотливная установка – крупный потребитель электроэнергии (до 20% общего расхода энергии), она относится к 1-й категории по надежности электроснабжения. Экономичная работа водоотливных установок горных предприятий и рациональный режим их электропотребления в комплексе «энергосистема-потребитель» существенно влияют на экономику предприятия и отрасли в целом [1].

Добыча угля сопровождается значительным водопритокком в шахты, суммарная величина которого достигает $25 \text{ м}^3/\text{с}$ (более $1,0 \text{ млрд. м}^3$ в год), что в $3\div 5$ раз превышает объем природных водных ресурсов региона (результат многократного поступления речных вод в зоны шахтного дренирования). При средней минерализации шахтных вод 3 кг/м^3 **солевынос составляет 2,4 млн.т в год.**

Анализ материалов многолетнего экологического мониторинга показал, что вследствие увеличения техногенной нагрузки на гидросферу развилось значительное количество очагов загрязнения подземных вод (несколько десятков) и за 30 лет минерализация их возросла от $0,5\div 1$ до $1,5\div 3 \text{ г/дм}^3$, а иногда до $20\div 50 \text{ г/дм}^3$ (шахты «Пролетарская» ГХК «Луганскуголь» и им. Капустина ГХК «Лисичанскуголь»). При этом площадь развития пресных подземных вод (солесодержание до 1 г/дм^3) сократилась в 4 раза, а воды с повышенной минерализацией ($1,5\div 3 \text{ г/дм}^3$) установлены на 83% рассматриваемой территории. Поэтому следует ожидать увеличения загрязнения подземных вод за счет множественного привноса микроэлементов из зон геохимического загрязнения грунтов (преимущественно атмогеохимического объектами промышленно-городских агломераций) [1].

На 2003 г. в Украине на угольных шахтах и рудниках черной металлургии на главных и групповых водоотливных комплексах эксплуатировалось более 750 стационарных и 2440 участковых водоотливных установок. Парк насосов водоотлива в настоящее время превосходит 8000 единиц, из них не менее 3000 – на главном водоотливе. Годовой объем откачиваемой воды на поверхность составляет около $1,2 \text{ млрд. м}^3$, на что расходуется более **2 млрд. кВт/ч.** электроэнергии, а на отдельных шахтах расход электроэнергии доходит до 25-30% от общего объема энергопотребления. Из всего вышесказанного понятно, что проблемы надежной работы комплекса системы шахтного водоотлива непосредственно увязаны с экономическими вопросами угледобычи [2]

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время отсутствуют метод и устройства предохранения от шламоминеральных отложений шахтного водоотливного комплекса в зоне их промышленного использования. Вместе с тем, известны негативные последствия многолетней минерализации стенок трубопроводов и насосов и примеры эпизодической очистки некоторых доступных элементов конструкций системы шахтного водоотлива [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

ВВЕДЕНИЕ.

Бич горняков – обрастание системы шахтного водоотлива отложениями солей.

До настоящего времени подавляющее большинство научно-исследовательских и экспериментальных работ были направлены на решение лишь одного из перечисленных вопросов: на очистку шахтных вод, их осветление, обеззараживание, деминерализацию и нейтрализацию. Осветление вод очень важно, так как оно является необходимым предварительным условием для проведения последующих стадий перекачки и очистки. Но, в связи с актуальностью проблемы содержания шахтных трубопроводов без отложений, а также снижением энергоёмкости технологического процесса откачки шахтной воды при наличии новых положительных результатов ее решения, появилась необходимость рассмотрения этого вопроса более детально.

Образование твердых осадков солеотложений на насосном оборудовании и трубопроводах, состоящих преимущественно из неорганических веществ и шахтного штыба, обусловлено, в основном, кристаллизацией солей на поверхности ферромагнитных материалов и как показала практика – являются характерной причиной выхода из строя оборудования.

В результате применяются ответные меры по восстановлению производительности насосных установок и очистке клапанов во время ремонтных остановок. Между тем, отложения на внутренних стенках трубопроводов существенным образом влияют на ухудшение показателей эксплуатации насосных установок повышенному износу рабочих органов насосов, вызывают непредвиденные ремонты оборудования. Образование осадков, в частности, на рабочих поверхностях центробежных шахтных насосов (ЦНСШ - изготовитель Бердянский завод) нередко приводит к их заклиниванию и выводу из строя вала насоса [10, 11].

Параметры шламоминеральных отложений на рабочих органах ЦНСШ выявлялись при расследовании причин выхода из строя насосов во время полной разборке при ремонте. Исследованиями при осмотре этих установок было выявлено следующее распределение отложений по длине насоса. Установлено, что в 60% случаев отложения толщиной до 4мм находятся на направляющих и первой половине рабочих колес. В зазорах вала насоса

скапливается тонкодисперсная пленка быстро твердеющих карбонатных отложений, которая является основной причиной «схватывания» линии вала. При некотором промедлении во время краткосрочных отключениях насосов для ремонтных работ были случаи «цементации» вала по причине отложений в зазоре. Как правило, сечение разгрузочной трубки Ø3/4" и посадочные поверхности обратного клапана нужно дважды в месяц механически чистить, иначе - 100% зарастание неминуемо.

Мы видим, что проблему обрастания шахтных водоотливных трубопроводов необходимо выделить в особую группу, т.к. они очень редко подлежат техническому обслуживанию. Так, кольцо трубопровода в насосной камере монтируют однажды и всегда с водой, и никогда не ревизируется. Данный трубопровод с большими солеотложениями служит 100% времени работы горного предприятия. Динамика роста отложений водоотливных трубопроводов(горизонтальных и вертикальных), как правило, контролируется только для плановой прокладки новой плети трубопровода.

В последние годы процесс неорганических шламоминеральных отложений стал особо значим, из-за роста цен на энергоносители и борьба с отложениями переросла в сложную научно-техническую проблему. Актуальность проблемы борьбы с отложениями солей сложного состава возрастает, поскольку фонд комплексов шахтного водоотлива, эксплуатация которых осложнена отложениями солей, постоянно увеличивается и особенно важен для закрытых шахт системы реструктуризации, когда безаварийная работа системы водоотлива и энергосбережение государственных средств – главные двуединые задачи предприятия.

Основной причиной в большинстве угледобывающих регионов, снижающей эффективность работы водоотливных устройств и трубопроводов являются отложения на внутренних поверхностях. В настоящее время характер и состав осадков неорганических солей в водоотливных трубопроводах и насосном оборудовании, а также их влияние на основные показатели изучены достаточно полно. В то же время *отсутствует системный подход к выявлению механизма образования отложений, не изучена динамика их роста и влияние на рабочую характеристику насоса и всей системы водоотлива в целом.*

Знание причин образование шламоминеральных отложений на комплексе насосного оборудования и трубопроводах шахтного водоотлива позволит грамотно подходить к выбору способов борьбы с данным негативным явлением.

1. Анализ существующих методов очистки отложений

В настоящее время, известны и эпизодически применяются механические способы очистки отложений, которые заключаются:

1. Очистка трубопроводов при помощи *стальных скребковых очистных устройств*. Трубопровод выводится на некоторое время из эксплуатации. В определенном месте линия трубопровода расстыковывается и в трубопровод помещается очистное скребковое устройство. Устройство имеет зазоры для прокачки-фильтрации воды. Фланцы трубопровода соединяют и в сторону устройства начинают подавать воду от центробежного насоса. Вода устремляется к устройству, которое, по сути, является поршнем со сквозными щелевыми отверстиями. Вода, проходя сквозь щели под высоким давлением взрыхляет отложения, а скребковое устройство перемещаясь по трубопроводу выносит шлам на заранее подготовленный участок.

Данным образом очищаются трубопроводы с выдачей шлама на поверхность или в шахту с последующей выдачей на поверхность. Данному методу доступны, как правило, прямолинейные участки значительной протяженности. Качество работ удовлетворительное. Скорость выполнения работ высокая, если по техническим причинам не застрянет («потеряется») исполнительный орган – скребковое устройство.

2. Очистка с помощью *электрогидравлических установок* минеральных отложений высокой твердости в трубопроводах протяженностью до 1000 м. Мобильность действия установки определяется длиной электрического кабеля. Работы производятся без остановки технологического процесса работы данного объекта. Качество очистки высокое, т.к. электроразрядный принцип данной технологии использует исполнительный орган с разрядом до 30 кА с энергией 200 кДж [8, 9].

Заказчиков иногда данные величины смущают, т.к. зачастую объективно никто не знает с отложениями какой величины и твердости приходится работать внутри очищаемого трубопровода.

Выше перечисленные способы очистки борются не с ПРИЧИНОЙ, но со СЛЕДСТВИЕМ - шламоминеральными отложениями.

3. Одним из путей решения существующей проблемы является широкое использование новейшей техники и современных технологий магнитной обработки шахтной жидкости [12, 13]. Впервые безреагентная магнитная обработка успешно применена в 2007г. на главном водоотливе ГП «Шахта им.М.Горького» по очистке трубопровод Ø6" с горизонта 643 м. на поверхность. За сравнительно короткий срок дебет трубопровода увеличен на 79%, обрастание солей прекратилось. В 2007 году на ОАО «Шахта Комсомолец Донбасса» впервые использование аппарата «Илиос-ТМ», установленного

на насосной главного водоотлива, позволило остановить обрастание насоса ЦНСШ, обратных клапанов и трубопровода Ø10".

Предлагается способ магнитной обработки шахтной жидкости («два в одном») и аппарат «Илиос» [14], доведенный до практического использования, для решения проблемы ЛИКВИДАЦИИ ПРИЧИН вызывающей отложения и, как следствие – сами отложения. Если отложения солей на момент установки аппарата существуют, то аппарат решает задачу – удаления (растворения) и предохранения от новых отложений.

Анализ указанных методов для борьбы с отложениями солей на комплексе горношахтного водоотливного оборудования позволяет сделать вывод, что в существующих условиях для шахтного водоотлива приемлем один из самых эффективных, перспективных и дешевых способов борьбы с шламоминеральными отложениями – магнитная обработка шахтной жидкости. Это особенно актуально для условий горнодобывающей промышленности, когда технологические процессы требуют бесперебойной работы всего водоотливного комплекса, оборудования и оснащения от шахтной насосной до водоотстойника на поверхности. Авария, простой или профилактические, связанные с отключением технологической линии, приводят к значительным экономическим потерям.

2. Безреагентные методы водоподготовки

Первый в мире патент [15] на аппарат магнитной обработки воды был выдан бельгийскому инженеру Т.Вермейрену 01.10.1946г. Когда в начале пятидесятых Т.Вермейрен начал публиковать сведения о результатах применения аппаратов системы СЕРІ, инженеры всего мира подхватили идею, в результате чего аппараты магнитной обработки воды начали выпускать многие фирмы в различных странах: Pakard (США, Флорида), Wortington (США, г.Чикаго), Polar (Англия), СКD Dukla (Чехословакия), Институт атомной энергии (г.Краков, Польша) и так далее. Проблемой "магнитной обработки воды" занимались в Китае и Японии. Очень много этой проблемой занимались в СССР, причем именно инженеры и ученые СССР стали пионерами в исследовании новых областей применения "магнитной обработки". Несколько десятилетий этот новый технический прием сопровождало общепринятое мнение: теоретического обоснования ему нет и поэтому эффект от его применения невоспроизводим. По существу успех фирм достаточно долго удерживающихся на рынке "технологии магнитной обработки воды" основывался на интуиции разработчиков. На том, что принято называть "ноу-хау". Естественно, что все эти годы ученые пытались объяснить наблюдаемые факты.

В настоящее время, к безреагентным методам водоподготовки следует отнести методы физического воздействия на воду: магнитная и электромагнитная обработка,

гидродинамические пульсации, ультразвук. Эти методы имеют вспомогательное значение, так как не убирают первопричину кристаллизации на поверхности - пересыщение, а только модифицируют процессы зародышеобразования и роста кристаллов. Однако во многих случаях уже этого достаточно, чтобы обеспечить бесперебойную работу оборудования, подпитка которых ведется водой с не очень высоким содержанием солей жесткости, или теплообменной аппаратуры, работающей при не очень высокой температуре теплоносителя. В некоторых случаях совместное применение ионного обмена и безреагентных методов повышают качество водоподготовки почти не увеличивая затрат.

3.Механизм кристаллизации солей на поверхности

Основным веществом, образующим кристаллические осадки на поверхностях трубопроводов, является карбонат кальция, практически всегда содержащийся в воде природных источников. Как раз такая высоко-минерализованная вода откачивается из горных выработок шахт и рудников и в ряде случаев используется для нужд самих предприятий, как наиболее дешевый и доступный теплоноситель. Именно поэтому в дальнейшем мы будем говорить именно о кристаллизации карбоната кальция.

При постоянной концентрации карбоната кальция в воде пересыщение по этой соли фактически определяется температурой поверхности теплообмена (Δt , труба с водой - горная выработка).

Первую теорию гетерогенной нуклеации разработал Volmer [16]. Он объяснил, почему на инородной по отношению к кристаллизующемуся веществу поверхности твердой примеси кристаллический зародыш образуется гораздо легче, чем при случайном столкновении молекул кристаллизующегося вещества в объеме пересыщенного пара или раствора. Углубленные исследования процесса кристаллизации на инородной поверхности - на подложке - привели к созданию и развитию такой мощной отрасли индустрии как электроника, которая немыслима без кристаллизации на подложке кристаллов полупроводников с наперед заданными свойствами.

Многолетние исследования показали, что центром зародышеобразования может быть любая энергетическая неоднородность: электрически заряженная частица, свободный радикал; кристаллическая поверхность как объект, обладающий свободной поверхностной энергией; дефекты структуры кристаллической поверхности. Из практики, важную роль в процессе солеотложения играет состояние поверхности материалов трубопроводов и технологического оборудования. Шероховатая поверхность, ввиду повышенной каталитической активности выступов и углублений, быстрее покрывается твердой фазой отложений солей, чем гладкая или полированная поверхности. Скорость образования зародышей солей на поверхности зависит не только от материала и чистоты поверхности, но

от радиусов кривизны, степени развитости и термодинамического потенциала поверхности раздела. Однако не всякая энергетическая неоднородность, не всякая поверхность способна инициировать зародышеобразование в равной степени.

В 1935 году физик Royer [17] на основании многолетнего изучения процесса кристаллизации на инородных поверхностях выдвинул принцип структурно-геометрического подобия. Суть принципа в следующем. Гетерогенная поверхность может служить матрицей, формирующей кристалл кристаллизующейся соли. Это происходит тогда, когда совпадают сингонии (конфигурация элементарной ячейки) кристалла материала поверхности и кристаллизующегося на ней вещества, а параметры их кристаллических решеток не отличаются более чем на 20%. Естественно, что главным фактором при этом остается пересыщение. Чем выше пересыщение, тем при более высоком отличии параметров кристаллических решеток начинается кристаллизация соли на поверхности [18].

В качестве критерия затравочной активности поверхности (подложки) используют абсолютное значение величины кристаллографического несоответствия [19].

$$\delta = |a_{sf} - a_{cr}| / a_{cr} = a_{sf} / a_{cr} - 1 = 1 - a_{cr} / a_{sf}$$

где: a_{sf} - величина параметра кристаллической решетки подложки (в обсуждаемом случае материала теплообменной поверхности), a_{cr} - величина параметра кристаллической решетки кристаллизующегося вещества (в обсуждаемом случае - карбоната кальция).

В свете всего вышесказанного становится ясно, что материал, из которого изготовлен трубопровод, играет не последнюю роль с точки зрения инициирования кристаллизации карбоната кальция. Карбонат кальция может кристаллизоваться в двух кристаллографических модификациях: *кальцита* или *арагонита*. Если трубопровод изготовлен из стали, в процессе эксплуатации она покрывается карбонатом железа, окислами или гидроокисью железа за счет химической реакции с растворенной в воде углекислотой и кислородом. Оценка кристаллографического несоответствия модификаций карбоната кальция, железа и его соединений с кислородом и углекислотой по данным, приведена в работе [20].

4. Магнитная обработка жидкости. Гипотезы

Влияние магнитных и электромагнитных полей на протекание химических реакций с участием воды, водных растворов минеральных солей, различных органических соединений, а также воздействием этих полей на живые организмы на сегодняшний день можно считать широко известным и общепринятым. Однако, сложность и многозначность происходящих при электромагнитной обработке различных систем физико-химических процессов, плохая воспроизводимость получаемых результатов и их непредсказуемая зависимость от многих факторов затрудняют объективную трактовку механизма протекающих процессов.

Поскольку на сегодня теории явления нет, перейдем к рассмотрению существующих *трех гипотез*:

1. «Коллоидные» гипотезы, в основе которых лежит действие магнитного поля на коллоидные частицы, обладающие довольно большой магнитной восприимчивостью (пара- или ферромагнитными) и всегда присутствующими в воде. Поэтому чистая вода не омагничивается.

Против этого рода гипотез говорит тот факт, что омагниченная вода постепенно теряет свои свойства, т.е. эффект обратим, в то же время, коллоидные системы не обратимы.

2. «Ионные» гипотезы, сторонником которой является В. Классен и П. Стукалов [21,22,23]. В её основе лежит действие магнитного поля на перемещающиеся ионы, находящиеся в воде. Сторонники данной гипотезы подчеркивают большую роль влияния магнитного поля на гидратацию ионов (гидратация уменьшается). В доказательство приводят увеличение на 20÷40% сорбционной ёмкости ионитов.

Против ионных гипотез - энергетический фактор, поскольку энергия гидратации ионов сравнима с потенциалом ионизации соответствующих атомов. В то же время, энергия, сообщаемая воде магнитным полем напряженностью 1000 эрстед на 5÷6 порядков меньше энергии теплового движения молекул воды. Это основной аргумент критиков.

3. «Водяная» гипотезы. Основаны на возможности изменения свойств воды в зависимости от степени и характера ассоциации ее молекул. Согласно данной гипотезе электромагнитное поле вызывает диспергирующее действие на агрегаты молекул воды, но при этом механизм действия не раскрывается.

К сожалению, существующие в настоящее время гипотезы столь расплывчаты, что их невозможно проверить в условиях «малого материального риска» и, следовательно, пока нельзя с уверенностью подтвердить или опровергнуть. В настоящее время методы контроля степени омагниченности водосодержащей жидкости весьма опосредованы.

Гипотеза, которая на наш взгляд точнее объясняет процессы при омагничивании жидкости или водных систем может быть представлена следующим образом:

Коллоидные частицы окружены сольватным слоем толщиной, порядка 300 Å образованным ориентированными диполями воды. Данный слой образуется только при наличии небольшого количества ионов в дисперсионной среде, которые, адсорбируясь на поверхности частицы, создают условия для термодинамической устойчивости сольватного слоя (потенциалопределяющие ионы). Противоионы адсорбируются тонким слоем на поверхности сольватного слоя, который обладает такими свойствами, что они не проникают к поверхности частицы. Противоионы частью расположены в сольватном слое, а частью в прилегающем к частице растворе. При броуновском движении частицы, поверхность скольжения лежит внутри слоя противоионов, поэтому частица оказывается заряженной

мицеллой. Сольватный слой представляет собой «третью фазу» коллоидной системы (см.рис.1, 1.1).

Рис.1. Устройство коллоидной частицы

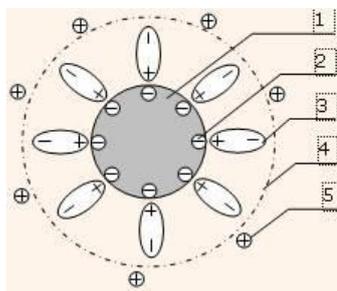
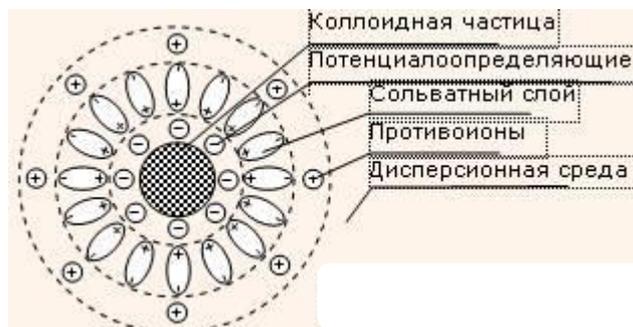


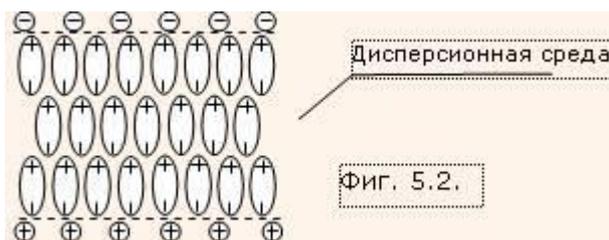
Рис.1.1 Сольватный слой



На рис.: 1 – коллоидная частица, 2 – потенциалопределяющие ионы, адсорбированные на поверхности частицы, 3 – сольватный слой ориентированных диполей (молекул воды) толщиной до нескольких сотен молекул, 4 – поверхность скольжения в дисперсионной среде, 5 – противоионы.

В омагничиваемой воде под действием силы Лоренца образуются *пластинчатые домены ориентированных молекул воды*, стабилизированные ионами (см.рис.2). При этом нужно отметить существенное обстоятельство: магнитное поле не «работает», а лишь *процирует* образование доменов, т.е. играет роль «спускового крючка» (на такую роль магнитного поля указывал академик С.В.Вонсовский). При образовании доменов (лучше их именовать *аквацеллами*, чтобы не путать с магнитными доменами) *энергия выделяется*. После снятия поля аквацеллы, как «третья фаза» постепенно растворяются, а может быть, агрегируются между собой с убыванием их счетной концентрации.

Рис.2.



4.1. Некоторые расчеты, предложенной гипотезы и описанной модели.

1. Сравним *электрореологический эффект* с сольватным слоем. Коллоидные частицы имеют электрический ζ -потенциал ~ 150 mV, а в гипотетическом случае без противоионов порядка 300 mV или 0,3 В. Толщина сольватного слоя $\sim 300\text{\AA}$, отсюда напряженность электрического поля при котором сольватный слой становится термодинамически устойчивым составляет 10^7 В/м. Электрореологический эффект проявится при напряженности поля 10^6 В/м. и обладает свойством насыщения при напряженностях порядка 10^7 В/м. Таким образом, *электрореологический эффект вызван разворотом диполей* в сольватном слое коллоидных частиц.

2. Найдем *энергию образования сольватного слоя из теплоты смачивания* дисперстных тел ~60кал/г. Если принять частицы ~1мкм, толщина слоя 300Å, то получится ~12 ккал/моль. Та же энергия выделяется и при омагничивании воды.

3. Оценим *концентрацию аквацелл* при обычных условиях электромагнитной обработки, считая, что увеличение температуры при обработке незаметно и сравнимо с её увеличение от трения при движении в магнитном поле (~0,1°C). Получается 0,01% весовых. Реальная концентрация может быть и того меньше, хотя счетная концентрация аквацелл, зависящая от их величины может быть очень большой при их малом размере.

4.2. Качественная оценка гипотезы.

1. Наличие примесей.

В гипотезе весьма главную роль играют ионы в жидкости. Совершенно чистая вода содержит ионы водорода и гидроксила в концентрации, вполне достаточной для проявления «памяти», но и ионы примесей, начиная с концентрации порядка 10^{-8} моль/л способствует возникновению эффекта. В зависимости от природы и концентрации примесей эффект будет различным.

2. Течение обрабатываемой жидкой системы в магнитном поле.

Это очевидное и необходимое условие для ориентации диполей жидкости. Идеальный случай – максимальная скорость течения и возможно большая длина магнитной линзы (зазора).

3. Напряженность поля.

От напряженности магнитного поля наблюдается полиэкстремальная зависимость. Под действием лоренцевых сил происходит скопление противоположных зарядов ионов так, что возникает электрическое поле, ориентирующее ионы в противоположную магнитному полю сторону.

4. Повышение температуры жидкости, обработанной магнитным полем.

При образовании аквацелл энергия не поглощается, а выделяется. Мы неоднократно получали подтверждение этому, когда, используя сырую воду в котельных при замкнутом цикле, чистили систему от отложений карбонатных солей ($\sigma = 3 \div 8$ мм). Аппарат магнитной обработки работал в течение 20-35 суток. В течение первой недели температура воды в системе объемом до 6-10 м³ поднимается на 12÷16°C. Процесс работы по очистке останавливаем, когда температура воды в системе понижается до исходной. Котлы и трубы вскрываем. Итог – трубы котла и теплообменника очищены от отложений.

ВЫВОДЫ

1. Наличие шламоминеральных отложений на внутренних стенках трубопроводов, насосных агрегатах и устройствах приводит к снижению производительности,

непредвиденным аварийно-ремонтным работам, непроизводительному перерасходу энергоносителей, сокращению сроков эксплуатации используемого оборудования.

Очистка трубопроводов и создание условий предохранения от минеральных отложений на угледобывающих предприятиях Украины позволит сэкономить ежегодные затраты на электроэнергию *min do 15%* (200, 0 млн.кВт/час или 120,0 млн.грн.).

2. В 1936 году был открыт технический прием, который без очистки воды от солей жесткости и без дегазации во многих случаях позволяет предотвратить отложение солей и накипеобразование на поверхности. Работа противонакипных аппаратов по магнитной обработке жидкости создает условия структурного изменения жидкости. Магнитное поле не «работает», а лишь провоцирует образование ассоциативов в жидкости, а далее сама «запрограммированная» жидкость работает по предохранению оборудования.

Причем работа жидкости по характеру близка к «щадящей» (без аварийного обрушения) растворению самых твердых минеральных отложений на комплексе водоотливного оборудования.

3. Неоднократно показано, что жидкость, претерпевшая структурную перестройку в результате магнитной обработки, способна отмыть ранее отложившиеся минеральные отложения, в т.ч. накипь. Это объясняется структурированием сольватного слоя жидкости. В результате более низкой адгезии арагонита к поверхности металла и низкой когезии кристаллов арагонита друг к другу ранее образовавшаяся накипь разрыхляется, отслаивается от поверхности и уносится потоком воды.

4. Для достижения цели данной Концепции, с учетом накопленного опыта применения аппаратов магнитной обработки шахтной жидкости выделены три основных направления дальнейшего развития:

- разработка и промышленное освоение современного комплекса энергосберегающей техники и технологии безреагентной магнитной водоподготовки, очистки и предохранения водоотливного комплекса от шламоминеральных отложений;
- производство и реализация новой энергосберегающей техники и магнитной технологии водоподготовки, очистки и предохранения от шламоминеральных отложений;
- предоставление услуг, которые связаны с использованием и внедрением прогрессивной энергосберегающей техники и технологии антинакипной безреагентной водоподготовки.

Список используемой литературы.

1. Беседа Н.И., Сляднев В.А., Яковлев Е.А. Проблемы экологии в Донбассе в связи с реструктуризацией угольной промышленности// Уголь Украины.- 1997.- № 6.

2. Алиев Н. А. Динамические аспекты технологической стратегии производства высокоточных рабочих колес центробежных многоступенчатых шахтных насосов.// В сб. научн. трудов НИИГМ имени М.М. Федорова «Проблемы эксплуатации шахтных стационарных установок». – Вып. 95. - Донецк, 2002. – С. 67-82.
3. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 304 с.
4. Попов В.М. Рудничные водоотливные установки. – 2-е изд. перераб. и доп. – М., Недра, 1983. – 304 с.
5. Стационарные установки шахт. Под общей ред. Б.Ф.Братченко. М.: Недра, 1977. – 440 с.
6. Алексеев В.В., Рудничные насосные, вентиляторные и пневматические установки: Учебн. пособие.-М.: Недра, 1983. – 381 с.
7. Тимошенко Г.М. Научные основы проектирования и эксплуатации насосных установок в переходных режимах. Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 127 с.
8. Мнухин А.Г., Брюханов А.М. Разрядно-импульсная технология для спасения рабочих, застигнутых обрушением пород. Уголь Украины, 7(607) 2007.
9. Мнухин А.Г., Брюханов А.М., Горошко И.П., Панченко Н.И., Редя В.Н. Применение разрядно-импульсной технологии для восстановления пропускной способности водоводных магистралей в условиях крупного металлургического предприятия. Металл и литьё Украины, №3, 2003.
10. «Протокол заседания комиссии по выявлению причин выхода из строя насоса ЦНСШ300-430 зав.№45 на «Шахте им.Димитрова» ГП «Красноармейскуголь» от 28.03.07г. ООО «Южный завод гидравлических машин». НИИГМ имени М.М.Федорова.
11. Алиев Н.А., Слуцкий П.Е. «Экспериментальная методика защиты насосных агрегатов главного водоотлива ОАО «Шахта «Комсомолец Донбасса» от отложений растворенных в воде веществ по защите проточной части корпусно-секционных центробежных шахтных насосов (КСЦН) от отложений». НИИГМ имени М.М.Федорова. – Донецк, 2007г.
12. Акт о положительных результатах эксперимента по очистке водоотливного става 8" гор.764м на ГП «Шахта им.М.Горького» от 24.01.2008г.
13. Даньшин Н.К. «Неочевидное, но вероятное» Всеукраинская техническая газета, №13. – 03.04.2008г.
14. Патент Украины №62153А от 15.12.2003г. «Способ очистки поверхности ферромагнитных материалов от отложений и электромагнитное устройство для его осуществления».
15. Volmer M. Kinetik der Phasenbildung. 1939, Steinkopf, Dresden, Germany, 320.
16. Royer M. Z. Annals der Physik. 1935, 23 (1), 16.
17. Turnbull D., Vonnegut B. Industrial and Engng. Chem. 1952, 44 (6), 1292.
18. Telkes M. Industrial and Engng. Chem. 1952, 44 (7), 1308.
19. The Chemist's handbook. 1966, Khimia, Moscow-Leningrad, v. 1, 402.
20. Vermeiren T. "Process and device СЕРI", U.S. Patent 2596743, 1946.
21. Классен В.И. Вода и магнит – М: «Наука», 1973.
22. Классен В.И. Омагничивание водных систем – М:«Химия», 1978.
23. Стукалов П.С., Васильев Е.В., Глебов Н.А.. Магнитная обработка воды. Л., «Судостроение», 1969.