

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
КРИВОРОЖСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ГУБИН ГЕННАДИЙ ГЕОРГИЕВИЧ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА
НА ДИСКОВОМ ВАКУУМ-ФИЛЬТРЕ

Специальность: 05.15.08 - "Обогащение полезных ископаемых"

Автореферат диссертации
на соискание ученой
степени кандидата
технических наук

Кривой Рог - 1996

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00777009 (U)

ГУБИН ГЕННАДИЙ ГЕОРГИЕВИЧ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА
НА ДИСКОВОМ ВАКУУМ-ФИЛЬТРЕ

05.15.08. - " Обогащение полезных ископаемых "

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Подписано в печать "10 " 04 19 96г. Формат 60x84/18

Печать плоская. Объем I п.л. Тираж 100 экз. Заказ №14

Ротапринт КТУ, 324027, Украина, г.Кривой Рог, ул.22 партсъезда,11

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

АВ-34.995

Диссертация является рукописью

Работа выполнена в Криворожском техническом университете

Научный руководитель - чл.-корр. АН Украины,
д-р техн. наук, проф.
Каварма Игорь Иванович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Шупов Леонид Петрович;
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Гольдберг Юрий Сергеевич

Ведущая организация - Институт Механобрчермет

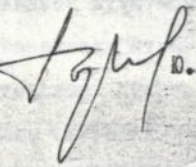
Защита состоится "27" мая 1996 г. в 10⁰⁰ час.

на заседании специализированного совета К 16.01.01 по защите
диссертаций при Криворожском техническом Университете
(324030, г. Кривой Рог, ул. XXII партсъезда, II, КТУ)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Криворожского технического университета

Автореферат разослан "21" мая 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук, доцент Ю.Г.Горбачёв



АВ 34.995

ОБЩИЙ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Украина располагает большими запасами железной руды и мощной железорудной индустрией. Основным сырьём горнорудной промышленности является железистые кварциты Кривого Рога.

Усложнение геологических и горнотехнических условий добычи сопровождается уменьшением вкрапленности минеральных зёрен и ухудшением обогатимости руды. Для раскрытия минералов требуется измельчать руду до минус 0,05 мм. Снижение крупности измельчения привело к значительному росту удельной поверхности продуктов обогащения и увеличению их влагоёмкости. Повышение удельной поверхности концентратов сильно затрудняет процесс обезвоживания, приводит к снижению производительности вакуум-фильтров, росту затрат на фильтрование и повышению влажности готовой продукции. Высокая влажность неблагоприятно влияет на производство окатышей, а транспортирование переувлажнённых материалов ведёт к нерациональным перевозкам воды и усложняет загрузочно-разгрузочные операции в вагонах.

В настоящее время в Кривбассе и других промышленных регионах возникли серьезные проблемы с отчуждением пахотных земель для складирования отходов обогащения. В связи с этим разрабатываются технологии совместного сухого складирования отходов обогащения и пород вскрыши, в том числе и в выработанное пространство рудников, что должно уменьшить отчуждение земельных площадей. Однако на этом пути возникает трудности с обезвоживанием тонкодисперсной части хвостовой пульпы. При её фильтровании оборудование имеет низкую производительность, а получаемые осадки содержат большое количество влаги.

Для снижения влажности тонкодисперсных материалов приходит-

7В-57.000
ея прибегать к такому сложному и дорогостоящему оборудованию как
фильтрпрессы или применять дорогой и к тому же экологически не-
благоприятный процесс термической сушки.

Поэтому поиск и разработка эффективных, сравнительно прост-
ых и экологически чистых методов обезвоживания является акту -
альной народно-хозяйственной задачей.

Целью работы является интенсификация процесса вакуум-фильтрова-
ния с помощью постоянного электрического тока и создание уст -
ройства для реализации этого метода.

Идея работы заключается в использовании явления электроосмоса
при обезвоживании тонкодисперсных материалов в процессе вакуум -
ного фильтрования.

Методы исследования. При выполнении работы использованы:

- обобщение и анализ научной информации о состоянии обезво-
живания и способах его интенсификации, о формах влаги, строении
двойного электрического слоя, электрокинетических явлениях в
дисперсных системах и практическом их использовании;

- гранулометрический, седиментационный, химический, минера-
логический анализы, определение удельной поверхности, максималь-
ной молекулярной влагоёмкости, дзета-потенциала и др.;

- аналитические и экспериментальные исследования влияния
электрического поля на процесс переноса влаги в капиллярно-пе -
ристых осадках;

- испытания на опытных установках в полупромышленных и про-
мышленных условиях.

Основные защищаемые положения.

I. Физической основой изучения электроосмотического обезво-
живания является капиллярная модель дисперсной системы с нале -
женным на неё электрическим полем постоянного тока.

2. Интенсификация обезвоживания осадка при наложении электрического поля происходит как за счет возникновения электроосмотического движения жидкости, так и за счет повышения температуры, обусловленной джоулевым разогревом системы.

3. Эмпирические закономерности, полученные в условиях изменения состава и дисперсности исследованных материалов, содержания твердой фазы, толщины осадка, времени обезвоживания и концентрации солей жесткости, подтверждают корректность разработанной модели процесса электроосмотического вакуум-фильтрования.

4. Электроосмотический дисковый вакуум-фильтр, технологические и технико-экономические показатели его работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработаны научные предпосылки электроосмотического вакуум-фильтрования, учитывающие джоулевый разогрев капиллярной системы в условиях повышенной жесткости воды;

- установлено, что электрически стимулированная гидрофобизация поверхности минерального капилляра обусловлена не только электроосмосом, но и джоулевым разогревом системы;

- показано, что с увеличением напряженности электрического поля влажность осадка снижается во всех случаях, однако скорость снижения влажности зависит от концентрации солей жесткости в воде;

- установлены технологические параметры процесса электроосмотического обезвоживания тонкоизмельченных концентратов на дисковом вакуум-фильтре.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждены: теоретическими и экспериментальными исследованиями, результатами обработки опытных данных методами математической статистики, сравнением результатов лабораторных ис-

следований с данными испытаний, проведенных в полупромышленных и промышленных условиях, а также технико-экономическими расчетами.

Практическая ценность. На основе теоретических и экспериментальных исследований предложено использовать воздействие постоянного электрического тока для интенсификации процесса обезвоживания на дисковых вакуум-фильтрах. Разработана новая конструкция дискового вакуум-фильтра, на которую получено авторское свидетельство.

Реализация работы. Результаты работы использованы при проектировании базового варианта электровсасывающего дискового вакуум-фильтра для горной промышленности. Методики, разработанные в диссертации, используются в Криворожском техническом университете при проведении исследований и выполнении дипломных работ.

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены на IV областной научно-практической конференции "Комплексное и рациональное освоение железорудных месторождений и охрана природы" (г. Губкин, 1990 г.); научно-технической конференции "Вузовская наука - резерв ускорения научно-технического прогресса" (г. Кривой Рог, 1991 г.); межреспубликанской научно-практической конференции "Пути решения эколого-технологических задач на горных предприятиях" (г. Ташкент, 1991 г.); технических советах и координационных совещаниях в институте Механообчермет, концерне "Укррудпром", ЮГОКе и комбинате "Криворожсталь" (г. Кривой Рог, 1989-1995 г.г.).

Декларация конкретного личного вклада в разработку научных результатов, вынесенных на защиту, состоит в формулировании цели, идеи, научных положений и задач исследований, теоретическом и экспериментальном обосновании интенсификации обезвоживания при

использовании ~~постоянного~~ электрического тока, в создании опытных установок и их испытании в полупромышленных и промышленных условиях, внедрении результатов исследований при проектировании промышленного образца электроосмотического дискового вакуум-фильтра.

Публикации. По результатам выполненных работ опубликовано семь статей, три тезиса доклада и авторское свидетельство.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 89 наименований, содержит 149 страниц, 38 рисунков, 6 таблиц и 3 приложения на 6 страницах.

Автор выражает благодарность проф. Каварме И.И., доцентам Ткачу В.В., Панову В.П., Гвоздику В.С., асс. Коваленко Л.И. за ценные советы и помощь при выполнении работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Современное состояние путей повышения эффективности процесса обезвоживания тонкоизмельченных продуктов обогащения

Анализ научно-технической литературы показал, что повышение эффективности обезвоживания тонкоизмельченных продуктов обогащения развивается в трёх основных направлениях:

- оптимизация конструкторских и технологических параметров вакуум-фильтров;
- поиск и исследование химических веществ, интенсифицирующих обезвоживание;
- разработка дополнительных технологических операций, связанных с различными физическими воздействиями на обезвоживаемый материал.

Для большинства материалов, удельная поверхность которых превышает $200 \text{ м}^2/\text{кг}$, оптимизация технологических параметров су-

дствующего фильтровального оборудования практически исчерпала себя и не обеспечивает требуемой влажности.

Применение химических веществ позволяет в ряде случаев улучшить показатели обезвоживания. Однако их использование становится всё более затруднительным из-за существенных материальных затрат, связанных с компенсацией наносимого ими экологического ущерба.

Введение в технологический цикл дополнительных физических воздействий приводит к повышению эффективности обезвоживания, однако улучшение показателей фильтрования, как правило, связано с энергетическими затратами, либо с невозможностью эффективного применения этих воздействий для тонкодисперсных материалов.

Наиболее актуальным направлением повышения эффективности обезвоживания тонкодисперсных продуктов обогащения является сочетание вакуумного фильтрования с воздействием на обезвоживаемый материал постоянным электрическим током.

Интенсификация процесса обезвоживания посредством наложения постоянных электрических полей связана с необходимостью дальнейшего проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Теоретические предпосылки интенсификации процесса обезвоживания с использованием электрического поля

Направленное перемещение жидкости в пористом теле можно вызвать действием приложенной к нему разности потенциалов. Это явление называется электроосмосом. Последний связан с таким понятием, как двойной электрический слой.

Известно, что осадок, образующийся при фильтровании, представляет собой гетерогенную систему, характеризующуюся высоким значением поверхностной энергии. Стремление гетерогенной системы к

уменьшению этой энергии вызывает ориентирование полярных молекул, ионов и электронов в поверхностном слое на границе фаз: твердое — жидкость. Вследствие этого соприкасающиеся фазы приобретают заряды равной величины и противоположного знака. В результате на поверхности возникает двойной электрический слой. Со стороны твердой фазы располагается ряд потенциал-определяющих ионов, со стороны жидкой фазы — ряд противоионов. Слой противоионов состоит из двух частей. Одна часть примыкает непосредственно к межфазной поверхности и образует плотный адсорбционный слой, другая находится в диффузной области — диффузный слой.

Поскольку поверхность частицы имеет заряд, в пространстве, её окружающем, появляется электрическое поле.

Если к электродам, между которыми помещается пористое тело, приложить разность потенциалов, то противоионы диффузного слоя, слабо связанные с поверхностью твердой фазы, будут перемещаться к соответствующему электроду и благодаря молекулярному трению увлекать за собой дисперсионную среду. При перемещении жидкой и твердой фазы происходит разрыв слоя по плоскости скольжения, которая обычно проходит по диффузному слою, и часть его ионов остаётся в дисперсионной среде. В результате дисперсионная и дисперсная фаза оказываются противоположно заряженными. При отрыве части диффузного слоя на плоскости скольжения возникает дзета-потенциал, который зависит от скорости движения среды, вязкости среды, природы фаз и других факторов.

Очевидно, чем больше дзета-потенциал, тем больше переносчиков зарядов, тем выше скорость перемещения жидкости в пористом теле.

Скорость движения жидкости находится из уравнения Гельмгольца-Смолуховского:

$$U_0 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot E \cdot \zeta}{\eta}$$

- где ϵ_0 - электрическая постоянная;
 ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость среды;
 E - напряженность электрического поля;
 ζ - дзета-потенциал;
 η - динамический коэффициент вязкости.

Анализ этого уравнения показывает, что оно справедливо как для единичного цилиндрического капилляра, так и для системы капилляров различной формы, так как в это уравнение не входят их геометрические размеры. Следует отметить, что в пределах двойного электрического слоя значения диэлектрической постоянной и вязкости дисперсной среды иные по сравнению со значениями этих величин в объеме раствора. Это различие наиболее ощутимо, если толщина двойного электрического слоя соизмерима с радиусом капилляров.

При наложении электрического поля снижение количества влаги в осадке происходит не только за счет электроосмотического движения жидкости, но и за счет повышения температуры. Под действием тепла происходит нарушение адсорбционно-десорбционного равновесия в сторону уменьшения концентрации адсорбированных на поверхности твердой фазы ионов, обуславливающих прочную связь прилегающего к твердой поверхности слоя жидкости. В этом случае гидрофобизация поверхности капилляров будет иметь тепловую природу.

При повышении температуры происходит также снижение вязкости жидкости, что в свою очередь способствует увеличению гидродинамического потока жидкости.

Температурный фактор интенсификации обезвоживания при наложении электрического поля мало изучен как теоретически, так и экспериментально.

Нами разработаны теоретические предположения электросметы ческого вакуум-фильтрования, основанные на капиллярной модели дисперсной системы в условиях диэлектрического разогрева.

На основании этой модели, используя классические уравнения Гемгольца-Смолуховского, Гагена-Пуазейля, уравнения неразрывности струи, нами получены выражения, описывающие кинетику обезвоживания:

$$W(t) = W_0 - \left(\frac{2 \epsilon_0 \epsilon \varphi}{\pi e} \cdot \frac{\sigma_r}{\sigma_x} \cdot \frac{(t - \tau)}{\pi} \right)^{1/2} \cdot E^{1/2} \cdot t^{1/2} \quad (2)$$

$$T(t) = \frac{E_a}{k \ln \left[e^{\frac{E_a}{kT_0}} \left(1 - \frac{E_a E^2 S \sigma_0}{k T_0^2 \cdot e k_0^2 e^3 c m (t - \tau)} \cdot t \right) \right]} \quad (3)$$

$$W(t) = W - \cos t \frac{[\sigma_r(T_0)]^{1/2}}{\sigma_x^{1/2}} \cdot E^{1/2} \cdot t^{1/2} \quad (4)$$

где W - влажность осадка;

W_0 - значение влажности в момент включения поля;

ϵ - электрическая постоянная;

ϵ - диэлектрическая проницаемость среды;

φ - электрокинетический потенциал;

η - динамический коэффициент вязкости;

e - высота слоя осадка;

σ_r, σ_x - удельные электропроводности твердой и жидкой фаз;

E - средняя напряженность поля в ячейке;

t - время фильтрования;

T, T_0 - температуры осадка и окружающей среды;

E_a - энергия активации проводимости;

k - постоянная Больцмана;

σ_r - постоянная величина, слабо зависящая от температуры;

σ_0 - электропроводность дисперсной системы;

c - удельная теплоемкость дисперсной среды;

m - масса дисперсной среды.

Качественный анализ выведенных уравнений приводит к следующим результатам:

1. Кинетика температуры и плотности тока имеет экстремальные зависимости.
2. Временной максимум тока сдвинут в область меньших времен по сравнению с максимумом температуры.
3. В слабых электрических полях влажность уменьшается пропорционально времени в степени $I/2$, в более сильных полях зависимость имеет более высокую степень за счёт повышения электропроводности твердой фазы и снижения вязкости жидкой.
4. При увеличении концентрации солей жесткости крутизна кривых: влажность - время должна возрастать.

Причиной экстремального характера кинетики тока и температуры является конкуренция двух процессов: температурного возрастания проводимости твердой фазы и уменьшение проводимости осадка за счёт его обезвоживания.

Таким образом, разработанная модель позволила провести качественную оценку процессов обезвоживания при фильтровании в условиях изменения количества солей жесткости жидкой фазы и джоулевого разогрева капиллярно-пористой системы.

Исследования закономерностей электроосмотической интенсификации вакуум-фильтровального обезвоживания тонкоизмельченных продуктов обогащения

Необходимость проведения экспериментальных исследований привела к созданию ряда оригинальных методик и установок, в том числе и капиллярной установки для изучения движения жидкости через отдельный капилляр, изготовленный из материала твердой фазы обезвоживаемой среды.

Такая установка позволила исследовать влияние напряженности

внешнего электрического поля на скорость протекания жидкости через капилляр при различной величине движущего напора (таблица). В результате опытов установлено, что повышение потенциала минерального электрода сопровождается снижением потерь напора на трение во всём диапазоне значений движущего напора. При повышении движущего напора увеличивается турбулентность течения, наличие которой снижает эффект влияния электрического поля на потери напора на трение.

Явление облегчения условий скольжения при наложении электрического поля на минеральный капилляр следует рассматривать как гидрофобизацию его поверхности. При гидрофобизации поверхности капилляров сопротивление трения пристенного слоя о стенку уменьшается, жидкость начинает скользить по поверхности. Следующий расположенный ближе к оси слой будет испытывать трение уже не в неподвижном слое, а в движущемся, скользящем слое. Поэтому он будет двигаться быстрее первого, третий - быстрее второго и т.д., вплоть до оси канала. В результате общий поток жидкости через капилляр при гидрофобизации поверхности возрастает.

Исследование интенсификации вакуум-фильтрования при помощи воздействия постоянным электрическим полем осуществлялось на специально сконструированной воронке.

Исследовано влияние напряженности электрического поля на процесс электроосмотического вакуум-фильтрования для концентратов и хвостов Северного горно-обогатительного комбината (СевГОКа), а также шламов Криворожстали. Показано, что в идентичных условиях снижение влажности для осадков различной природы приблизительно одинаково и достигает 3-4% при напряжениях 100...120В.

С увеличением напряженности электрического поля влажность осадка снижается во всех случаях, однако скорость снижения влажности зависит от концентрации солей жесткости.

Таблица

Влияние электрического поля на динамику движения жидкости
в минеральном капилляре

Напряжение, В	Движущий напрр., кН/м ²	Средняя скорость течения, м/с	Фактор гидрофоби- зации, дол.ед.	Потери напора на трение, м	Скорость скольжения, л/с	Удельный коэффи- циент трения скольжения, $\times 10^8$ Н.с/(м ² .м ³)
0	40	7,264	1,000	1,041	7,261	1592,3
3	40	7,497	0,968	0,817	7,494	1547,8
5	40	7,806	0,935	0,538	7,803	1488,8
0	60	8,866	1,000	1,589	8,864	1592,3
4	60	9,172	0,967	1,239	9,170	1539,7
5	60	9,662	0,917	0,700	9,660	1460,1
0	80	9,977	1,000	2,412	9,976	1592,3
4	80	10,234	0,925	2,072	10,233	1552,5
5	80	11,850	0,845	1,104	11,849	1345,5

При увеличении напряженности поля от 20 до 40 В/см скорости спада влажности резко возрастает. В этом диапазоне снижение влажности осадка достигает 0,3...0,8% в зависимости от жёсткости воды. При больших напряжённостях поля снижение влажности осадка достигает 2,8...4%, а при достижении 5,5...6% процесс снижения влажности стабилизируется.

При некоторой напряженности поля скорость снижения влажности достигает максимального значения. С увеличением жёсткости воды экстремальная точка смещается в область низких полей. Так, при использовании воды с концентрацией солей жёсткости более 13,4 мг.экв/л максимум скорости обезжелезивания достигается при напряжённости поля более 100 В/см, а при концентрации 53,6 мг.экв/л - 50 В/см.

Скорость фильтрации возрастает во всём диапазоне напряжений электрического поля. Вместе с тем предельная влажность осадка в зависимости от жёсткости достигается при различной напряженности поля. Например, влажность осадка, равная 6%, достигается в поле 120 В/см при жёсткости воды 6,6 мг.экв/л. Такая же влажность осадка при концентрации солей жёсткости жидкой фазы 53,6 мг.экв/л имеет место при напряженности поля 50 В/см.

Увеличение концентрации солей жёсткости приводит к повышению удельной электропроводности пульпы и, как следствие, к возрастанию начальных значений электрического тока в момент включения электрического поля.

После включения поля ток через осадок возрастает с течением времени. Температура осадка также возрастает до экстремального значения, но более медленно. Спад тока в конечных стадиях обезжелезивания достигает меньших значений, чем значение тока сразу после включения поля.

При этом спад температуры происходит до значений, существенно

превышающих первоначальные температуры.

При увеличении проводимости пульпы с увеличением концентрации солей жесткости процесс обезвоживания протекает при больших значениях тока, в то время как кинетика температуры изменяется слабо.

Таким образом, зависимость влажности осадка от напряженности поля, рост скорости снижения влажности с увеличением напряженности поля, а также зависимость снижения влажности с ростом концентрации солей жесткости обусловлены как процессом электроосмотического течения жидкости, так и тепловым эффектом, связанным с джоулевым разогревом осадка.

Разработка оборудования для электроосмотического вакуум-фильтрования и его промышленные испытания

Теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать на базе стандартного оборудования две конструкции электроосмотического вакуум-фильтра:

- со скользящим электродом и непрерывно вращающимся диском;
- с дискретно вращающимся диском.

Первый из них испытывался на опытной фабрике Механобрчермета. Влажность осадка снижалась с 12,1 до 11,1-11,5% при напряжении 70-80 В. При изменении частоты вращения диска от 0,3 до 0,5 об/мин конечная влажность кека составила 10,7 и 11,5%, а длительность обезвоживания 60 и 28-30 секунд. Расход электроэнергии составлял 2,5-4,0 кВт.ч.

При испытаниях наблюдалось искрение в области скользящих контактов. Указанный недостаток устранён в конструкции дискового вакуум-фильтра с дискретным вращением диска. Испытания этого фильтра проводилась на обогатительной фабрике № 2 ЮГОКа.

За период испытаний удельная поверхность концентрата изме -

нялась от 173 до 183 м²/кг. Такие концентраты относятся к трудно-фильтруемым. Массовая доля в обезвоживаемой суспензии изменялась от 60,1 до 63,4%. Удельная производительность фильтра составила 0,55-0,86 т/м².ч. С увеличением частоты вращения диска от 0,2 до 0,4 об/мин удельная производительность повысилась на 56%. Толщина осадка при увеличении частоты вращения от 0,2-0,3 до 0,4 об/мин уменьшалась от 16,2-16,9 до 13,4 мм. Образующийся осадок имел ровную, гладкую поверхность. Дискретность вращения диска не оказывала заметного влияния на характер образования осадка. С увеличением частоты вращения диска влажность осадка повышалась с 10,5 до 11%. При частоте вращения 0,2 об/мин время обезвоживания составляло 63с, а при 0,3 и 0,4 об/мин - 33 и 18 с. соответственно. При увеличении частоты вращения в два раза продолжительность обезвоживания снижалась в 3,5 раза. При напряженности электрического поля 20 В/см и частоте вращения 0,2 об/мин влажность осадка снижалась на 1,9%, а при 0,4 об/мин - на 0,7%. Повышение частоты вращения диска при постоянной напряженности поля приводило к снижению удельного расхода электроэнергии. Это объясняется тем, что с увеличением времени экспозиции электрического поля возрастали тепловые потери в окружающую среду и с нагретым фильтратом. Расход электроэнергии возрастал при увеличении степени снижения влажности. Так, при снижении влажности на 0,5% удельный расход электроэнергии составил 0,3 кВт.ч/т, а при снижении влажности на 1% - 2,5 кВт.ч/т.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения дисковых фильтров с электросмотическим устройством на обогатительной фабрике № 1 СевГОКа составляет 36461000 тыс. карбованцев, а в корпусе обезвоживания шламов комбината "Криворозсталь" - 1688248 тыс. карбованцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты исследований состоят в следующем:

1. Разработаны теоретические предпосылки электросмектического фильтрования в условиях джоулевого разогрева с повышенной жесткости жидкой фазы, основанные на капиллярной модели дисперсной системы.

2. Анализ математической модели, описывающей кинетику электросмектического обезвоживания, привел к следующим результатам:

- плотность тока и температура имеют экстремальные зависимости от продолжительности процесса фильтрования;

- временной максимум тока сдвинут в область меньших времён по сравнению с максимумом температуры;

- в слабых электрических полях снижение влажности осадка пропорционально времени обезвоживания в степени $1/2$; в более сильных полях данная зависимость становится значительнее за счет повышения электропроводности твёрдой фазы и снижения вязкости жидкой среды.

3. Разработанная модель электросмектического фильтрования нашла подтверждение в закономерностях экспериментальных данных, полученных в условиях вариации состава и дисперсности материалов, массовой доли твёрдого в пульпе, толщины осадка, времени фильтрования и концентрации солей жёсткости.

4. Наряду с электросмесом джоулевый разогрев дисперсной системы стимулирует гидрофобизацию поверхности минеральных капилляров и приводит к увеличению скорости обезвоживания осадка.

5. Разработаны два варианта дискового вакуум-фильтра с электросмектической приставкой: с непрерывным и дискретным вращением диска. Последний принят в качестве базового для проектирования промышленных аппаратов различных типоразмеров.

6. Изучены технологические параметры работы электроосмотического дискового вакуум-фильтра в промышленных условиях. Показано, что при напряженности электрического поля 20-26 В/см снижение влажности составляет 0,7...1,9% (абс.) в зависимости от частоты вращения диска, а удельный расход электроэнергии достигает 0,8 и 2,5 кВт.ч/т при снижении влажности соответственно на 0,5 и 1%. Рост удельных энергзатрат с уменьшением конечной влажности осадка обусловлен джоулевым разогревом дисперсной системы.

7. Внедрение результатов исследований в корпусе обезвреживания шламов комбината "Криворожсталь" позволит получить годовой экономический эффект в размере 1683248 тыс.карбованцев, а на обогатительной фабрике № I СевГОКа - 364611000 тыс.карбованцев.

Основные положения диссертации

опубликованы в следующих работах:

1. Интенсификация процесса вакуум-фильтрования концентратов постоянным электрическим током // Известия вузов. Горный журнал. - 1988. - №4. - с.121-123 (соавтор Ткач В.В.)
Диссертантом выполнены экспериментальные работы и обработка результатов исследований.

2. Применение электрических воздействий для повышения эффективности обезвреживания отходов обогащения // Комплексное и рациональное освоение железорудных месторождений и охраны природы / Тез.докл. IU обл.науч.конф. / Губкин, 1990.-с.63-64 (соавтор Ткач В.В., Гвездик В.С.). Диссертантом разработана методика и проведены экспериментальные исследования.

3. А.с. 1581346 СССР, МКИ, В 03 Д 33/21. Дисковый вакуум-фильтр / Опубл. 30.07.90// Бюл.Открытия. Изобретения.-1990.-№28. (Соавторы Ткач В.В., Гвездик В.С., Коваленко Л.И.). Диссертантом проведены экспериментальные исследования нового фильтра.

4. Технологии обезвоживания шламов прудов-накопителей КМК "Криворожсталь" с применением электроосмотического воздействия // Пути решения эколого-технологических задач на горных предприятиях / Тез. докл. межресп. науч.-практ. конф. / Ташкент, 1991. - с. 67-68 (Соавт. Ткач В.В., Коржавин В.А., Коваленко Л.И.). Диссертант участвовал в разработке методики лабораторных исследований и обработке экспериментальных данных.

5. Разработка технологии и оборудования для подготовки отходов к сухому складированию // Пути решения эколого-технологических задач на горных предприятиях / Тез. докл. межресп. науч.-практ. конф. / Ташкент, 1991. - с. 69-70 (Соавторы Ткач В.В., Коваленко Л.И.). Диссертантом разработана методика проведения экспериментов по обезвоживанию дисперсной части хвостов обогатительных фабрик.

6. Особенности движения жидкости через минеральные капилляры при электровоздействии в процессе фильтрования // КГРИ.-Кривой Рог, 1991 г. - бс.: ИД. - Библиогр. 3 назв. - Рус. Дзп. в Укр ИНТЭИ 3.01.91г № 74 (Соавтор Каварма И.И., Ткач В.В.). Диссертантом разработана установка и проведены опыты.

7. Влияние электрических воздействий на движение дислокаций при измельчении // Известия вузов. Горный журнал - 1990 г. - № 8 - с. 133-138 (Соавтор Ткач В.В.). Диссертантом сформулированы теоретические предпосылки влияния постоянного электрического тока на процессы обогащения полезных ископаемых.

8. Научно-технические предпосылки перевода железорудных обогатительных фабрик на короткие схемы обогащения // Обогащение полезных ископаемых. - Киев. - 1992. - с. 106-111 (Соавторы Губин Г.Э., Ткач В.В.). Диссертантом обосновано применение постоянного электрического тока при сгущении и фильтровании желе-

зорудных суспензий.

9. Исследование электрокинетических явлений для повышения эффективности обезвоживания каолиновых суспензий // КГРИ.-Кривой Рог, 1993. - 8 с.: Ил. - Библиогр. 4 назв.- Рус.Реп. в УкрИНТЭИ. 17.03.93 г. № 542 - Ук 93 /Соавторы Коне Сену-Абба, Ткач В.В.). Соискателем разработана установка для измерения дзета-потенциала.

10. Гидрометаллургическое обесфосфоривание железной руды // КГРИ. - Кривой Рог, 1993. - 8 с.: Ил. - Библиогр. 5 назв. - Рук. Деп. в ГНТБ Украины 14.10.93 г. № 1963. (Соавтор Асубакер Фарат Срат). Диссертант предложил использовать электрокинетические явления при обезвоживании ультратонких частиц.

II. Экспериментальные исследования интенсификации процесса фильтрования с применением комбинированной схемы электрофореза-прессфильтрования - электроосмоса // Новые технологии и техника для переработки руд чёрных металлов. - Кривой Рог. - 1995. - с. 145-151. Диссертант теоретически обоснована комбинированная схема обезвоживания с использованием электрокинетических явлений и проведены эксперименты по электроосмотическому фильтрованию.

ANNOTATION

Gubin G.G. The application of electro-osmosis upon the disc vacuum-filter.

The thesis is submitted for Candidate's Degree (Eng.) in the field of mineral processing speciality (05.15.08), Krivoy Rog Technical University, Krivoy Rog, 1996.

10 scientific articles and an author's certificate are to be defended; they include the results of theoretical and experimental researches of the disc vacuum-filter by using of the electro-osmotic phenomenon. The analytical and empirical relationships had been determined. The latter give a possibility to estimate the main characteristics to make designs for commercial installation. Electro-osmotic vacuum-filter was tested under production conditions.

АНОТАЦІЯ

Губін Г.Г. Застосування електроосмосу на' дисковому вакуум-фільтрі.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.08 "Збагачення корисних копалин", Криворізький технічний університет, Кривий Ріг, 1996.

Захищаються 10 наукових праць та авторське свідоцтво на винахід, які вміщують зміст про результати теоретичних та експериментальних досліджень дискового вакуум-фільтру з електроосмотичним пристроєм. Установлені аналітичні та емпіричні залежності, які забезпечують розрахунок основних характеристик проектування промислової установки. Електроосмотичний вакуум-фільтр випробуваний в промислових умовах.

Ключові слова: ВАКУУМ-ФІЛЬТР, ВОЛОГІСТЬ, ОБЕЗВОДНЮВАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ, НАПРУГА, ЕЛЕКТРОКІНЕТИЧНІ ЯВИЩА.

1112710

AB 34.995