

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
Государственная Горная академия Украины

На правах рукописи

КОНЕ СЕКУ — АББА

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СГУЩЕНИЯ КАОЛИНОВОЙ СУСПЕНЗИИ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

**Специальность 05. 15. 08—«Обогащение
полезных ископаемых»**

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Днепропетровск, 1993

Работа выполнена в Криворожском ордена Трудового
Красного Знамени горнорудном институте

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ : - академик АН Украины, доктор
технических наук, профессор
Губин Георгий Викторович

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ - доктор технических наук, про-
фессор Шупов Леонид Петрович
- кандидат технических наук,
доцент Коряков-Савойский Юрий
Анатольевич

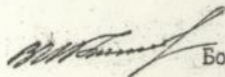
ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ : - институт Механобрчермет

Защита состоится "18" 11 1993 г. в 14⁵⁰ часов
на заседании специализированного совета Д 068.08.03 Госу-
дарственной Горной Академии Украины по адресу : 320660,
г. Днепропетровск, пр. К.Маркса, 19.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Автореферат разослан "18" 10 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор технических наук,
профессор


Бондаренко В.И.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В республике Мали разведаны промышленные запасы золотосодержащих каолиновых глин. В настоящее время специалистами разрабатываются технологии их добычи и переработки. Ценность этого сырья заключается в возможности его комплексного использования. После извлечения золота, серебра и других металлов каолиновая глина является исходным сырьем для завода керамических изделий "L'Usine Céramique du Mali". Значение каолина, благодаря его полезным физико-химическим качествам: высокой дисперсности, пластичности, огнеупорности, кислотоупорности, диэлектрическим свойствам — очень ценится.

Для повышения качества каолиновых глин необходимо применение методов обогащения. Целью обогащения каолиновых глин является удаление из них органических примесей, оксидов железа и кварца. Особенностью технологии обогащения глин является применение мокрых способов переработки. Отличительной особенностью каолина является наличие в нем коллоидной и предколлоидной дисперсностей. Важную роль в технологии обогащения глин играют операции сгущения и обезвоживания. Эксплуатационные затраты на операции сгущения и обезвоживания составляют 30–40% от себестоимости каолина.

В гравитационном поле суспензия каолина сгущается чрезвычайно медленно. В связи с этим изучение механизма сгущения каолиновой суспензии и разработка способов интенсификации процесса представляют актуальную задачу, решение которой позволит снизить себестоимость продукта.

Целью работы является разработка способа интенсификации процесса разделения фаз каолиновой суспензии с применением экологически безопасных электровоздействий постоянного тока.

Идея работы заключается в исследовании кинетики осаждения частиц каолина в суспензиях с массовой долей твердого 1...5% в гравитационном и гравитационно-электрическом полях.

Методы исследования. При выполнении работы использован комплекс методов исследований, включающий :

обобщение научной информации о строении двойного электри-

ческого поля, термодинамических отношениях между дисперсионной средой и дисперсной фазой, дисперсности суспензии, свободно-дисперсных системах, электрокинетических явлениях в дисперсных системах, практическом использовании электрокинетических явлений в дисперсных системах;

установления основы аналитических закономерностей, описывающих кинетику осаждения частиц каолиновой суспензии в гравитационном и гравитационно-электрическом полях;

разработка методики определения термодинамической и кинетической устойчивости.

Основные научные положения, защищаемые в диссертации.

На основании теоретических и экспериментальных исследований сформулированы следующие положения :

- показано, что эффективность осаждения частиц суспензии возрастает при воздействии постоянного электрического поля;
- показано, что эффективность воздействия электрического поля возрастает при увеличении pH- среды;
- впервые экспериментально показано, что электрокинетические воздействия на осадок позволяют дополнительно улучшить технологические показатели пресс-фильтрования, повысить эффективность операции обезвоживания суспензий каолиновых глин. Однако в этом направлении необходимо проведение дополнительных глубоких теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем :

- впервые применен в технологии сгущения каолиновой суспензии закономерности электрофореза;
- полученные теоретические и экспериментальные результаты позволили разработать научные основы кинетики осаждения частиц суспензии твердой фазы более 1% воздействием гравитационного и электрического полей на базе электрической модели дисперсной системы ;
- установлена зависимость критической высоты осветленного слоя от термодинамической устойчивости в виде простой расчетной формулы;

- предложен метод определения заряда частиц твердого, основанный на измерении скорости движения частиц при воздействии гравитационного поля и при совместном воздействии гравитационного и электрического полей.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждены: лабораторными опытами; результатами обработки экспериментальных данных методами математической статистики; сравнением результатов, полученных из экспериментов, проведенных в гравитационном и гравитационно-электрическом полях при одинаковых условиях.

Практическая ценность. На основе лабораторных исследований предложено применение электровоздействий для интенсификации процесса сгущения каолиновой суспензии.

Обосновано преимущественное применение электрофоретического сгущения каолиновой суспензии.

С целью интенсификации процесса сгущения каолиновой суспензии при внесении пульпы в электрическом поле рекомендуется осуществлять электрофоретическое сгущение с применением электродов из электрохимически устойчивых материалов.

Реализация работы. Результаты работы будут использованы при проектировании и строительстве завода керамических изделий и реконструкции действующего завода республики Мали "G'Usouk Céramique du Mali", а также для интенсификации процесса фильтрования при разработке растворов золота на цинке после выщелачивания и разработка методических указаний для проведения лабораторных и практических занятий студентов.

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены на научно-технических конференциях Криворожского горнорудного института (г.Кривой Рог, 1991 - 1992).

Публикации. По результатам выполненных работ опубликованы три депонированных статьи.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 146 страницах машинописного текста, 34 таблицы, 22 рисунка. Содержит введение, 5 глав, выводы, список литературы и три приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние проблемы и направления исследований

Все известные работы, исследующие движение дисперсной фазы относятся к суспензиям с массовой долей твердого не более 1%. Однако при массовой доле твердого 1% и более на механизм движения частиц оказывают возрастающее влияние не только соседние частицы, но и гидродинамические потоки, связанные с конвекционными процессами.

В данной работе сделана попытка учета этих явлений при разработке кинетики сгущения каолиновой суспензии с концентрацией твердого 4 - 8 %.

В работе проведен анализ результатов исследований в области электрокинетического переноса частиц тонкодисперсных систем в гравитационном и гравитационно-электрическом полях. Анализ литературных данных позволил отметить, что значительным тормозом изучения коллективных взаимодействий частиц дисперсной фазы, является сложность одновременного учета гидродинамических и электрических сил.

Гравитационно-электрическое сгущение более экологически приемлемо, чем применение коагулянтов и флокулянтов. Преимущество метода заключается в возможности высокого содержания осадка. Кроме того, целесообразно применение электрофоретического сгущения в сочетании с другими методами.

Теоретические основы осаждения частиц каолиновой суспензии воздействием гравитационно-электрического поля

Уравнение динамики движения частиц каолина в агрегативно устойчивой дисперсной системе при совместном воздействии гравитационного и постоянного электрического полей можно представить в виде :

$$m \cdot \frac{dV}{dt} = P - F_A + F_3 - F_c. \quad (1)$$

В этом уравнении m - масса частицы ($m = \text{const}$), V - ее скорость, t - время осаждения, $P = mg$ - сила

тяжести, g - ускорение свободного падения, $F_A = V \rho_{жс} g$ - выталкивающая сила Архимеда, V - объем частицы, $\rho_{жс}$ - плотность жидкости, $F_э = qE$ - электростатическая сила, $F_c = \alpha v$ - сила сопротивления среды движению частиц, α - коэффициент, зависящий от вязкости и температуры среды, размера и формы частиц, а также от энергетического механизма воздействия частицы со средой.

После подстановки β (I) выражений для действующих на частицу сил получаем уравнение :

$$\frac{dv}{dt} + \alpha' v = \Theta, \quad (2)$$

где $\alpha' = \frac{\alpha}{m}, \quad (3)$

$$\Theta = \frac{V \cdot g}{m} (\rho_{т} - \rho_{жс}) + \frac{qE}{m}. \quad (4)$$

Уравнение (2) является линейным неоднородным дифференциальным уравнением первого порядка, коэффициенты которого в общем случае не являются постоянными.

За начало отсчета времени примем момент включения электрического (и гравитационного) поля. При малом времени после начала осаждения в системе не происходит заметного перераспределения концентрации частиц и, следовательно, электрического поля. Поэтому в уравнении (2) коэффициенты α' и Θ можно считать постоянными. В течение этого времени протекает процесс установления вязкостного равновесия между частицей и средой. Решение уравнения (2) для малого времени имеет вид:

$$v(t) = \frac{1}{\alpha'_{(0)}} \left[Vg(\rho_{т} - \rho_{жс}) + qE_0 \right] \left[1 - \exp\left(-\frac{\alpha'_{(0)}}{m} t\right) \right], \quad (5)$$

где $\alpha'_{(0)}$ - значение коэффициента α' при исходной начальной концентрации частиц твердого в суспензии Φ_0 ($\alpha'_{(0)} = \alpha(\Phi_0)$); E_0 - среднее по высоте столба суспензии значение напряженности электрического поля в начальный момент времени : $E_0 = U/H_0$.

U - разность потенциалов между электродами; H_0 - межэлектродное расстояние, ρ_T - плотность твердого.

По истечении переходного процесса движение частиц протекает в квазистационарном режиме. Теперь изменение скорости движения частиц определяется вариациями \mathcal{E} и E , т.е. темпом и характером перераспределения частиц в межэлектродном пространстве.

За время dt частицы проходят путь $dx = v \cdot dt$. Поскольку изменение высоты осветленного слоя связано с движением частиц, то $dx = dH_1 = v_2 \cdot dt$, где v_2 - скорость движения частиц в H_2 слое. Очевидно, что

$$v_2(t) = \frac{dH_1}{dt}. \quad (7)$$

Процесс осаждения разобьем на две временные стадии: I - стадия изоконцентрационная. Длина осветленного слоя и осадка малы, так что $H_2 \neq 0$. Иными словами это стадия процесса, когда изоконцентрационный H_2 - слой существует; II - стадия уплотнения осадка. На этой стадии $H_2 = 0$.

Постановка задачи позволяет получить зависимость скорости движения частиц суспензии от времени.

Для I - стадии представим напряженность поля в виде

$$E_2 = \frac{U}{H_0 + AH_1}, \quad (8)$$

$$A = c_1 (B + c_2 \mu),$$

где U - разность потенциалов между электродами, H_0 - межэлектродное расстояние, H_1 - высота слоя осветленной жидкости, μ - эффективная подвижность.

$$B = \frac{\sigma_1}{\sigma_3} - 1,$$

$$c_1 = \frac{1}{(\Phi_3/\Phi_0) - 1},$$

$$c_2 = \Phi_0 q \left(\frac{1}{\sigma_1 c_1} + \frac{1}{\sigma_3} \right),$$

где Φ_0 - исходная концентрация частиц в суспензии.

Φ_3 - концентрация частиц в осадке, q - заряд частиц твердого, σ_1 , σ_3 - полная удельная электропроводность слоев H_1 и H_3 соответственно.

Имеем

$$H_1 = \frac{U}{E_2 A} - \frac{H_0}{A}. \quad (9)$$

Продифференцируем H_1 по времени

$$\frac{dH_1}{dt} = \frac{dH_1}{dE_2} \cdot \frac{dE_2}{dt} = -\frac{U}{A} \cdot \frac{1}{E_2^2} \cdot \frac{dE_2}{dt}. \quad (10)$$

Но $dH_1/dt = v$. Подставив в (10) это выражение и принимая во внимание, что $v = \mu E_2$, получим дифференциальное уравнение для определения $E_2(t)$:

$$\mu E_2 = -\frac{U}{A} \cdot \frac{1}{E_2^2} \cdot \frac{dE_2}{dt}. \quad (11)$$

Решение уравнения (11) с начальными условиями: $E_2(0) = E_0$ приводит к формуле:

$$E_2(t) = \frac{E_0}{\sqrt{1 + \frac{2\mu A E_0}{H_0} t}}. \quad (12)$$

Следовательно,

$$v(t) = \frac{\mu E_0}{\sqrt{1 + \frac{2\mu A E_0}{H_0} t}}. \quad (13)$$

Для II стадии представим напряженность поля в виде

$$E_3 = \frac{E_0 \left(\frac{H_0}{H_1} - 1\right) \alpha - c_3 c_4}{\left(\frac{H_0}{H_1} - 1\right) \alpha + c_4 q}, \quad (14)$$

где $c_3 = Vg(\beta_T - \beta_M)$, V - объем осадка, g - ускорение свободного падения

$$c_4 = \frac{q \Phi_0}{\sigma_1}.$$

Для анализа кинетики процесса осаждения стадии II- уплотнения осадка допустим, что вязкость среды зависит от содержания твердого β следующим образом :

$$\eta = \eta_0 + \mathcal{L}' \beta^n, \quad (15)$$

где η_0 и \mathcal{L}' - константы, а n - положительное число. Причем будем полагать, что коэффициент \mathcal{L} пропорционален вязкости, т.е. $\mathcal{L} = \chi \eta$, где χ - константа.

Из простых геометрических соображений для сферических частиц твердого можно получить зависимость содержания твердого β от Φ_3 в виде

$$\beta = \frac{4\pi r^3 \rho_T \Phi_3}{3 \rho_{ж}}, \quad (17)$$

где ρ_T - плотность твердого, $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, r - радиус частиц. В результате приходим к соотношению:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_0 + \mathcal{L} \Phi_3^n. \quad (18)$$

Зависимость скорости частиц от H_1 на стадии уплотнения выражается формулой :

$$v(t) = \frac{c_3 + q E_3}{\mathcal{L}_0 + \mathcal{L} \Phi_3^n}. \quad (19)$$

За время dt в слой H_3 входит количество частиц, равное $\Phi_0 v \cdot S \cdot dt$. Приращение концентрации частиц в H_3 -слое составит при этом :

$$d\Phi_3 = \frac{\Phi_0 v \cdot dt}{H_3}, \quad (20)$$

где $H_3 = H_0 - H_1$. Так как

$$H_3 = \frac{\Phi_0 H_0}{\Phi_3}, \quad (21)$$

то после подстановки (21) в (20) получим дифференциальное уравнение для определения Φ_3 :

$$\frac{(\alpha_0 + \alpha \Phi_3^n)}{\Phi_3} d\Phi_3 = \frac{a}{H_0} dt, \quad (22)$$

где $a = c_3 + qE_3$. (23)

После преобразования уравнения (22) и его интегрирования при начальном условии: $\Phi_3(0) = \Phi_0'$, где Φ_0' - значение Φ_0 , достигнутое к окончанию I-стадии, получим :

$$\Phi_3(t) = \left(\Phi_0'^n + \frac{n\alpha_0}{\alpha} \ln \frac{H_0}{H_3} + \frac{n\alpha}{dH_0} \cdot t \right)^{1/n}. \quad (24)$$

Из (19) получим выражение для скорости движения частиц :

$$v(t) = \frac{c_3 + qE_3}{\alpha_0 + \alpha \left(\Phi_0'^n + \frac{n\alpha_0}{\alpha} \ln \frac{H_0}{H_3} + \frac{n\alpha}{dH_0} \cdot t \right)}. \quad (25)$$

E_3 определяется формулой (15) и слабо зависит от времени.

Из выражения (25) видно, что на II-стадии процесса скорость движения частиц уменьшается со временем как при воздействии гравитационного поля, так и при совместном воздействии полей.

Изложены методики исследования, которые были основаны на различии значения термодинамической устойчивости и электрофоретической подвижности разных по содержанию твердого суспензий в гравитационном и гравитационно-электрическом полях при разных напряжениях электрического поля.

Для анализа и установления закономерностей разделения фаз и определения эффективности метода сгущения каолиновой суспензии в гравитационном и гравитационно-электрическом полях, необходимо :

изучить влияние массовой доли твердого в сгущаемой суспензии, кислотности на скорость перемещения частиц, термодинамическую устойчивость суспензии;

исследовать поведение сгущаемой суспензии в электрических полях различной напряженности, влияние величины напряжения на электродах на условия формирования осадка;

исследовать влияние электрофоретического сгущения на технологические показатели фильтрования осадков на пресс-фильтрах.

Большое значение термодинамической устойчивости указывает об устойчивости суспензии, а большее значение электрофоретической подвижности утверждает наклонности суспензии к сгущению.

Термодинамическая устойчивость определяется формулой

$$S_{t\infty} = \frac{H_{\infty}}{H_0},$$

где H_{∞} - высота осадка в момент t_{∞} , м.

Отношение скорости движения дисперсной фазы к напряженности электрического поля (v_{ef} / E) при электрофорезе, называют электрофоретической подвижностью.

Электрофоретическую подвижность частиц, то есть скорость частиц в электрическом поле, вызванную напряженностью электрического поля определяют формулой

$$\mu_{ef} = \frac{H_0 (v_{г-ef} - v_{г})}{U},$$

где $v_{г-ef}$ и $v_{г}$ - соответственно скорость осаждения частиц в гравитационно-электрическом и в гравитационном полях.

Экспериментальные исследования

Излагаются все результаты исследований. Даны результаты исследований влияния содержания твердого разных по плотности (2%, 4%, 8%, 12%) каолиновых суспензий в гравитационном поле.

Эти результаты показали, что :

с увеличением содержания твердого в исходном продукте, скорость перемещения частиц уменьшается в гравитационном поле, например, при одинаковых условиях скорость перемещения частиц 4%, 8% и 12%-ной суспензии составляли $1,36 \cdot 10^{-5}$; $0,92 \cdot 10^{-5}$ и $0,36 \cdot 10^{-5}$ м/с соответственно ;

содержание твердого в исходном продукте влияет на термодинамическую устойчивость суспензии, то есть на возможность разделения фаз суспензии. Суспензия с высоким содержанием твердого более стабильная, например, в одинаковых условиях значе-

ния термодинамических устойчивостей 4%, 6% и 12%-ной значения термодинамических устойчивостей суспензии составляли 0,26 ; 0,42 и 0,62 соответственно.

Результаты исследований процесса сгущения каолиновых суспензий различной плотности (2%, 4%, 6%, 12%) в гравитационно-электрическом поле показали, что :

частицы каолиновых суспензий движутся ускоренно к аноду с увеличением pH суспензии. Однако скорость движения становится постоянной в областях pH = 4 - 8; плотность тока при этом должна быть не больше 50 А/м²;

скорость перемещения частиц и термодинамическая устойчивость суспензии зависят от содержания твердого в исходном продукте;

содержание твердого в исходном продукте влияет на кинетическую устойчивость суспензии, т.е. на электрофоретическую подвижность в электрическом поле. С увеличением содержания твердого в исходном продукте электрофоретическая подвижность уменьшается; например электрофоретическая подвижность суспензии с содержанием твердого 4% и 6% составляла $1,00 \cdot 10^{-7}$ м²/В·с и $0,65 \cdot 10^{-7}$ м²/В·с при наложении электрического поля с напряжением 40 В;

кинетика сгущения зависит от напряженности электрического поля различных слоев суспензии, подвергающихся сгущению. При сгущении суспензия расслаивается на слои. Значение напряженности поля в каждом слое изменяется в процессе сгущения суспензии.

Скорость перемещения частиц увеличивается с повышением напряжения электрического поля (рис. 1), а термодинамическая устойчивость уменьшается.

Напряжение электрического поля определяется работой, совершаемой током при перемещении частиц. Оно характеризует весовую долю сгущенного продукта.

Увеличение напряжения электрического поля способствует более интенсивному формированию осадка.

Исследовалось поведение сгущенной суспензии каолина в гравитационном и гравитационно-электрическом полях при пресс-фильтрации. Кроме того, изучалась возможность интенсификации процесса пресс-фильтрации с применением электроосмотических воздействий.

Анализ данных, полученных в результате проведенных исследований, показывает, что :

Зависимость скорости перемещения v частиц 4% суспензии в гравитационно-электрическом поле от времени t при напряжении электрического поля 25 В (1), 35 В (2) и 40 В (3)

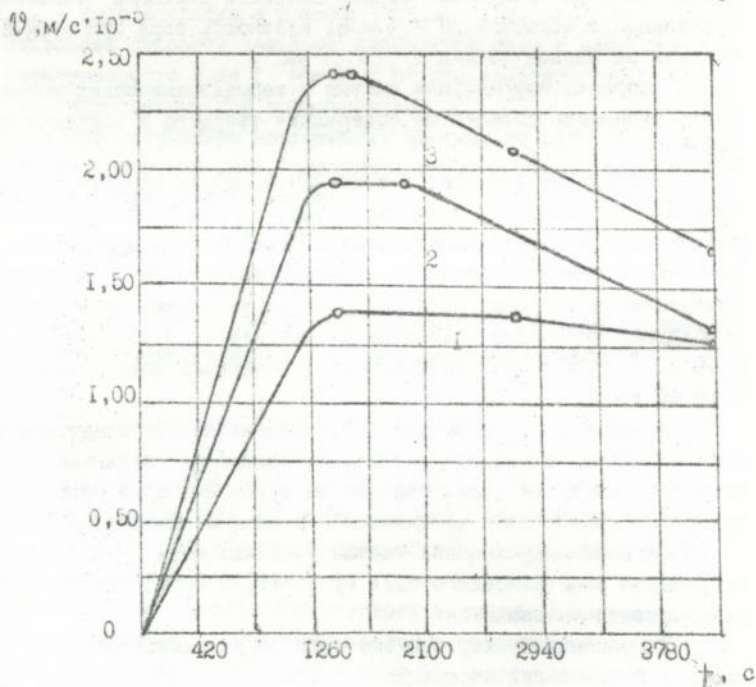


Рис. 1.

при пресс-фильтровании продукта электрофоретического сгущения, содержащего 13,33% твердого, и продукта гравитационного сгущения с содержанием твердого 8,69% влажность их составила соответственно : 28,6% и 29,2%. Производительность операции на 49% выше при фильтровании осадков после электрофоретического сгущения ;

Скорость пресс-фильтрования с применением электроосмоса выше скорости пресс-фильтрования без применения электроосмоса.

Влажность готового продукта снижается на 2...5%.

Удельная производительность фильтра составила 11,22 кг/м² час, т.е. выше на 23,6%.

Заключение

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на достаточно высоком научном уровне, актуальна по тематике.

Основные научные и практические результаты выполненных исследований заключаются в следующем :

Установлена закономерность поведения частиц каолиновой суспензии с содержанием твердого более 1%. Получена аналитическая зависимость, устанавливающая качественную взаимосвязь между скоростью осаждения частиц, напряжением электрического поля и параметром термодинамической устойчивости, исследуемых суспензий каолиновой глины.

Разработаны методики определения термодинамической и электрофоретической подвижности суспензий, отличающиеся от известных простотой применения и достоверностью полученных результатов.

Предложен метод определения заряда частиц твердого, основанный на измерении скорости движения частиц при воздействии гравитационного поля и при совместном воздействии гравитационного и электрического полей.

При сгущении суспензии в гравитационно-электрическом поле удельное сопротивление осадка уменьшилось в 1,62 раза. Следовательно, в процессе сгущения в гравитационно-электрическом поле происходит модификация свойств твердой и жидкой фаз

пульпы, повышается проницаемость фильтруемых осадков. Расчетная удельная производительность фильтра повышается на 49%.

Установлено, что электроосмос увеличивает производительность фильтрования на 30 - 60% и снижает влажность готового продукта на 2 - 5 %.

Удельное сопротивление осадка фильтрованию с применением электроосмоса снижается в 1,53 раза. По сравнению с осадком, полученным при гравитационном сгущении удельное сопротивление его снижается с применением электроосмотических воздействий в 2,47 раза.

Таким образом, электрокинетические воздействия на осадок позволяют дополнительно улучшить технологические показатели пресс-фильтрования, повысить эффективность операций обезвоживания суспензий каолиновых глин. Однако в этом направлении необходимо проведение дополнительных глубоких теоретических и экспериментальных исследований.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах :

1. Сгущение каолиновой суспензии в гравитационно-электрическом поле и метод определения электрофоретической подвижности /Коне Секу - Абба, Ткач В.В., Губин Г.Г.; Криворожский горнорудный институт. - Кривой Рог, 1993. - 8 с: ил. - Библиогр. и назв. - Рус. - Деп. в УкрИНТЭИ 17.03.93 г. № 543 - Ук.93. Соискателем разработан метод определения электрофоретической подвижности.

2. Влияние напряжения электрического поля на скорость осаждения частиц при сгущении каолиновой суспензии и метод определения значения дзета-потенциала разбавленных суспензий /Коне Секу - Абба, Ткач В.В., Губин Г.Г.; Криворожский горнорудный институт.

- Кривой Рог, 1993. - 9 с. : ил. - Библиогр. 4 назв. - Рус. - Деп. в УкрИНТЭИ 17.03.93 г. № 541 - Ук.93.

Соискателем разработан метод определения дзета-потенциала разбавленных тонкодисперсных суспензий.

3. Исследование электрокинетических явлений для повышения эффективности обезвоживания каолиновых суспензий.

/Коне Секу - Абба, Ткач В.В., Губин Г.Г.; Криворожский горно-
рудный институт. - Кривой Рог, 1993. - 6 с : ил. - Библиогр.
и назв. - Рус. Деп. в УкрИНТЭИ 17.03.93 г. № 542 Ук 93.

Автором разработан метод исследования и разработка лабораторного
оборудования, позволяющего осуществить электрокинетическое и
электроосмос при обезвоживании каолиновой суспензии.


К. Секу-Абба

АВ 28.288

Автореферат.

Ответственный за издание Коне Секу-Абба.
Подписано в печать 12.10.93 г. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,93. Тираж 120 экз. Зак. 5742. Бесплатно.
Криворожская городская типография.
324200 г. Кривой Рог, ГСП-3, пр. Metallургов, 28.