

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

На правах рукописи

ЛЕВАНДОВИЧ Александр Павлович

ИССЛЕДОВАНИЕ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В УГОЛЬНЫХ ПУЛЬПАХ
И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРАТОРА
ДЛЯ ИХ ОБОГАЩЕНИЯ

05.15.11 — «Физические процессы горного производства»

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Диссертацией является рукопись
Работа выполнена в Производственном
обогащении".

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00743896 (.)

Научный руководитель: академик НАН Украины,
доктор технических наук, профессор
ПОТУРАЕВ Валентин Никитич

Официальные оппоненты: доктор технических наук
ТУРКЕНИЧ Александр Михайлович.

кандидат технических наук, доцент
ШЛОМИН Анатолий Николаевич.

Ведущее предприятие - институт "УкрНИИуглеобогащение",
г. Луганск

Защита состоится "27" 12 1996 г. в 10 часов
на заседании специализированного совета Д 03.10.02 при
Институте геотехнической механики НАН Украины по адресу:
320095, г. Днепропетровск, ул. Симферопольская, 2а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
геотехнической механики НАН Украины по адресу:
320095, г. Днепропетровск, ул. Симферопольская, 2-а.

Автореферат разослан "26" 11 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук

В.Г. ПЕРЕПЕЛИЦА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Атмосферность и степень изученности тематики. Добыча и переработка углей со сложными условиями залегания, обогащение углей на фабриках со статическим технологическим режимом снижает качество угольных концентратов и повышает удельные расходы электроэнергии. Создание разветвленных технологических схем решает задачи стабилизации качества продуктов разделения пульпы, однако эксплуатационная надежность таких схем мала.

Устранение широкого диапазона колебаний параметров обогащения не может быть реализовано в полном объеме, поскольку наиболее высокие уровни колебаний генерируются за счет качества исходного сырья. Поэтому на первый план выходят гравитационные методы обогащения, которые предусматривают широкое использование струйных гидродинамических сепараторов с высокой эксплуатационной надежностью за счет параллельных перечисток промежуточных продуктов, а также гидроциклонов, концентрационных столов и отсадочных машин, в которых разделение гидросмесей происходит в центробежных или пульсирующих инерционных полях.

Наибольшую перспективу в настоящее время приобретают способы обогащения путем разделения тонкослойных струйных течений угольных пульп, которые реализуются на основе технологических аппаратов с сужающимся плоским дном и конфузурной поверхностью. Основные преимущества этих аппаратов - это их эксплуатационная надежность и принципиальная возможность путем нескольких перечисток добиться требуемого качества продуктов разделения.

ЛНБ им. В. Стефанюка
АН Украины

Значительный вклад в разработку гравитационных методов обогащения и технических средств их реализации внесли коллективы Московского горного университета, институтов ИГД им. А.Скочинского, ИОТТ, ИГТМ НАН Украины, ИГАУ, ДГТУ.

Благодаря работам М.Д.Барского, Н.Г.Бедраня, А.Д.Богатова, П.В.Ляшенко, В.Н.Потураева, А.М.Туркенича, Т.Ферри, А.Г.Червоненко, А.Н.Шломина, В.Н.Шохина и многих других созданы надежные технологии обогащения угля и научные основы расчета их основных параметров. Разработке гидродинамических моделей процессов в струйных течениях неоднородных жидкостей посвящены исследования Г.Н.Абрамовича, Б.А.Блюсса, Р.Ф.Ганиева, О.Г.Гомана, С.И.Криля, В.Д.Кубенко, Н.А.Силина, Л.Е.Украинского, А.А.Шрайбера, В.П.Яценко и др., в которых основное внимание уделено многослойным жидкостям.

Обзор и анализ гидродинамических моделей в струйных течениях пульп, тенденций и направлений по мерам стабилизации показателей обогащения угля, показывает, что наряду со значительными достижениями недостаточно разработаны технические требования к струйным и конусным сепараторам как к технологическим фрагментам со сложной компоновкой материальных потоков. Существующие сепараторы не могут обеспечить заданную эффективность обогащения с ростом интенсивности колебаний исходных параметров пульпы. Недостаточно разработана теория и методы расчета процессов взаимодействия угольной пульпы с делителями потока, что приводит к низким показателям обогащения от операции. В этой связи разработка способов, технических средств и обоснование параметров сепараторов для обогащения угольных шламов является актуальной научной задачей.

Цель и основные задачи исследования. Цель работы – разработать гидродинамические модели процессов в тонкослойных

струйных течениях угольных шламов и на их основе обосновать конструктивные параметры струйных сепараторов.

Для ее реализации поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработать гидродинамические модели процессов в струйных неравномерных течениях угольных пульп на основе многослойной жидкости с непрерывной эпюрой продольных скоростей.

2. Изучить гидравлические процессы разделения струйных течений на жестких делителях потока в виде профилей и поверностей вращения, процессы расслоения угольной пульпы при ее течении вдоль сужающейся поверхности и ее разделения на жестких препятствиях.

3. Провести экспериментальные исследования и технологическое опробование струйных и конусных сепараторов, статистическое моделирование процессов разделения и регрессионное моделирование показателей обогащения от исходных параметров пульпы и конструктивных характеристик сепаратора.

4. Разработать инженерную методику и пакет прикладных программ расчета параметров струйных сепараторов для разделения многослойных неравномерных течений на жестких препятствиях.

Основная идея работы заключается в использовании гидродинамических эффектов безотрывного потенциального обтекания делителей потока, что позволяет сконцентрировать высокосольные фракции в донной области течения.

Обоснование теоретической и практической ценности исследования и его научная новизна. Научное значение работы заключается в разработке моделей процессов в тонкослойном течении угольных пульп и определении рациональных параметров струйных сепараторов; научно-обоснованных требованиях к

геометрии рабочего органа сепаратора; установлении характеристик "эквивалентного" струйного течения двухслойной жидкости с учетом вязких характеристик течения, плотности гидросмеси и концентрации твердых частиц; определении зависимости технологических параметров разделения пульпы от конструктивных параметров сепаратора.

Практическое значение работы состоит в разработке методики и пакета программ выбора и расчета конструктивных параметров сепаратора в зависимости от исходных данных, характеризующих пульпу; разработке струйного сепаратора, обеспечивающего высокие показатели обогащения; построении регрессионных зависимостей показателей обогащения и гидродинамических характеристик течения при разделении на профиле.

Научная новизна.

1. Впервые разработаны гидродинамические модели процессов в струйных течениях угольной пульпы вдоль сужающихся поверхностей, и на их основе проведены численные расчеты устойчивости неравномерного течения пульпы, что позволило сформулировать научно-обоснованные требования к геометрии рабочего органа сепаратора.

2. Установлены новые характеристики "эквивалентного" струйного течения двухслойной жидкости, учитывающие вязкие характеристики течения, плотность гидросмеси и концентрацию твердых частиц, позволившие небольшим числом параметров в широком диапазоне достоверно описать гидродинамические процессы в пульпе.

3. Предложены, научно обоснованы и опробованы в промышленных условиях способы гидродинамического разделения струйных течений гидросмесей и струйный сепаратор, обеспечивающий высокие показатели обогащения угля.

4. Построены регрессионные зависимости показателей обогащения и гидродинамических характеристик течения при разделении на профиле и на их основе разработана инженерная методика расчета сепараторов.

5. Получены следующие новые результаты: установлены пределы эффективного использования моделей процессов в неравномерном течении пульпы; разработана математическая модель неравномерного течения угольной пульпы, учитывающая непрерывность эпюры продольной скорости течения различных слоев пульпы по толщине потока; выявлены экстремальные зависимости выхода и зольности донного слоя промпродукта от геометрических параметров разделяющей поверхности и угла наклона желоба сепаратора; определены зависимости технологических параметров разделения пульпы от конструктивных параметров сепаратора.

Уровень реализации и внедрения научных разработок. Методика расчета струйного сепаратора для обогащения угля передана и используется в отраслевых институтах "УкрНИИУглеобогащение" и Донецком государственном техническом университете. По результатам промышленных испытаний разработано техническое задание, изготовлен и смонтирован сепаратор, который используется для обогащения крупнозернистых угольных шламов в условиях ЦОФ "Комсомольская".

Апробация и публикации результатов исследований, структура и объем работы. Результаты диссертационной работы докладывались на научных семинарах в Донецком государственном техническом университете, Государственной горной академии Украины и Институте геотехнической механики НАН Украины, научно-технических советах ПО "Донецкугледобогачение", II Международной научно-практической конференции "Теория и

практика решений экологических проблем промышленности" (г. Днепропетровск, 1995), Международной научно-практической конференции "Экологические аспекты загрязнения окружающей среды" (г. Киев, 1996).

Основные положения диссертации опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 5 авторских свидетельств на изобретения.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, содержит 157 страниц машинописного текста, 31 рисунок, 12 таблиц, список использованной литературы из 103 наименований и 4 приложения.

Декларация о личном вкладе в разработку научных результатов. Автором определены цель, идея работы, поставлены и решены задачи исследования, обобщены результаты стендовых и промышленных испытаний, сформулированы научные положения, выводы, рекомендации, разработана методика расчета параметров конусного сепаратора.

Методология, методы исследования предмета и объекта.

Методология и методы исследования. В работе использован комплексный метод исследований, включающий анализ и обобщение научно-технических достижений, фундаментальные положения и методы гидродинамики неоднородных струйных течений, гидродинамики идеальной несжимаемой жидкости, теории планирования эксперимента и математической статистики. Применялись апробированные методы численного решения уравнений гидродинамики для описания процессов расслоения неравномерных многослойных течений и движения твердых частиц в вязкой среде. В экспериментальных исследованиях – методы измерения гидравлических параметров и расчеты технологических параметров работы обогатительных аппаратов.

Предмет и объект исследований: гидродинамические процессы в струйных неравномерных течениях угольных пульп, процессы разделения струйных течений на жестких делителях потока в виде профиля и поверхностей вращения, процессы расслоения угольной пульпы при ее течении вдоль сужающейся поверхности и ее разделения на жестких препятствиях, струйные и конусные сепараторы.

Автор выражает благодарность работникам ПО "Донецкуголеобогатение" за помощь в проведении экспериментов и промышленной проверки разработок.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Качественное разделение концентратной и промпродуктовой части угольной пульпы достигнуто в результате разработанных способов и устройств для интенсификации процессов разделения, а также обоснованных рациональных параметров струйного сепаратора, полученных в результате математического и физического моделирования гидродинамических процессов разделения и расслоения угольной пульпы. Основные научные положения, защищаемые в диссертации:

1. При уменьшении начальной толщины нижнего слоя двухслойного течения в канале с плоским трапециевидным дном, граница нижнего слоя меняется от кривой спада до кривой подпора. Если же указанная толщина слоя более $0,25 H$, где H — начальная толщина потока, то скорость нижнего слоя увеличивается и стремится к значению, соответствующему равномерному течению. В противном случае имеет место подтормаживание нижнего слоя в области начального сечения и сила трения превосходит скатывающую составляющую силы тяжести.

2. Повышение угла наклона желоба приводит к увеличению

плотности концентрата, проходя через экстремум. Максимальная разность в зольностях разделяемых слоев в пределах $11,7+18,8\%$ при угле наклона желоба 6° и исходной зольности $40,3+45,4\%$.

Исследование процессов расслоения и разделения угольной пульпы на желобе струйного сепаратора связано с необходимостью учета многочисленных взаимозависимых факторов. К ним относятся конструктивные параметры (геометрические размеры желоба, угол наклона), определяющие геометрию желоба, разгрузочных щелей и разделителей потока и технологические (крупность и плотность материала частиц, расход и плотность пульпы, характеристики продуктов обогащения).

В процессе перемещения пульпы по суживающемуся желобу происходят структурные изменения в потоке, по высоте выражающиеся в сегрегации частиц по гидравлической крупности, причем это разделение происходит в условиях изменяющихся гидродинамических характеристик потока, обусловленных изменением геометрии сечения вдоль длины желоба. Причем для эффективного расслоения пульпы и ее разделения без перемешивания слоев необходимо создание условий течения с непрерывной эпурой скорости, т.е. без турбулизации в потоке, но и без оседания частиц в постель на дне желоба. Дополнительные проблемы по соблюдению этих условий возникают при введении в поток расщепившейся пульпы специальных разделителей продуктов в виде пластины или тел вращения.

Необходимость соблюдения требований безотрывного течения без залегания материала и одновременный учет целого ряда конструктивных и технологических параметров затрудняет физическое моделирование процессов на лабораторных установках.

Для построения теоретической модели процесса расслоения, угольная пульпа на желобе струйного сепаратора рассматрива-

ется в виде двухслойного течения с переменными величинами скоростей и плотностей потоков в слоях. Через границу раздела между слоями происходит осаждение частиц из верхнего слоя в нижний.

Разработанная модель оперирует интегральными характеристиками потоков гидросмеси и учитывает напряжение трения между слоями и о твердые границы - дно и стенки канала желоба сепаратора. В работе излагается подход, позволяющий определить эти напряжения путем постановки и решения соответствующей краевой задачи для уравнения Навье-Стокса. Для полученного решения исследована асимптотика в случае двухслойного течения в канале бесконечной ширины при тонком нижнем слое и для этого случая получены уравнения для определения коэффициентов потерь на трение. С учетом указанных коэффициентов для замыкания системы исходных уравнений определены касательные напряжения на границах слоев.

В рамках построенной математической модели получены конечные уравнения для безразмерных комплексов, первая группа которых включает геометрические параметры, определяемые формой канала, начального сечения потока, угла наклона желоба; вторая группа включает параметры подобия физических и кинематических свойств течений. Таким образом установлены новые характеристики "эквивалентного" струйного течения двухслойной жидкости, учитывающие вязкие характеристики течения, плотность жидкости и концентрацию твердых частиц. Численные решения получены методом Рунге-Кутты для случаев канала бесконечной ширины, прямоугольного сечения и переменной ширины (суживающийся желоб).

На основе этих решений в работе приведены расчетные зависимости для коэффициентов потерь о твердые и жидкие грани-

цы, представлены результаты расчетов, позволяющих оценить влияние начальных условий и ряда параметров на развитие течений потока с учетом осаждения твердой фазы из верхнего слоя в нижний, представлены области значений параметров подобия, определяющих характер зависимостей вышеупомянутого двухслойного течения.

Для проверки адекватности разработанной модели при проведении экспериментов в лабораторных условиях определялись характеристики процесса расслоения угольной пульпы. Расхождение расчетных и экспериментальных величин не превышало 15-17%.

Экспериментальные исследования по разделению расслоившейся течения угольных пульп позволили выявить ряд физических особенностей протекания процессов при вариации конструктивных и технологических параметров и на этой основе определить степень их значимости и основополагающие взаимосвязи. Установлено, что для заданной геометрии желоба в оценке по показателям обогащения разделенных продуктов определяющее значение имеют три существенно взаимосвязанных параметра: угол наклона желоба, производительность (расход) и плотность пульпы. Установлено, что для каждого из этих параметров существует оптимальное значение при остальных фиксированных.

Для организации процесса отбора продуктов из расслоившейся пульпы в работе исследованы возможности использования разделителей потока в виде плоских поверхностей и тел вращения. При этом показатели обогащения продуктов определяются геометрией самих разделителей и геометрией их расположения в канале желоба струйного сепаратора. Определенные технические трудности представляет организация безотрывного течения угольной пульпы в зоне разделителей потока. При этом основным фактором оптимизации параметров разделителя является

отсутствие гидравлического прыжка в зоне разделения.

В работе предложен ряд статистических моделей процесса разделения угольной пульпы при использовании различных отсекающих. Используя методы статистического моделирования получены регрессионные уравнения для выхода продуктов через концентратное и промпродуктовое отверстия. Выполнена оценка влияния удерживаемых членов регрессии на ее адекватность с учетом коэффициента множественной корреляции и критерия Фишера. Установлено, что при неизменном размере щели промпродукта и заданной длине профиля с увеличением угла атаки расход жидкости в донной области уменьшается, а при заданном угле между профилем и дном с увеличением длины профиля расход в донной области увеличивается.

Аналогичным образом моделировался процесс разделения однородной жидкости на "мягких" поверхностях разделения, созданных воздушной струей при придонном размещении форсунки, регулировка размеров факела обтекания проводилась изменением угла между осью струи и дном желоба и давления в струе. Анализ показал, что данный способ разделения обеспечивает более широкие возможности для управления процессом: по сравнению с разделением на плоских профилях, зависимости от угла наклона желоба и расхода питания менее выражены. Однако использование такого способа разделения осложняется турбулизацией потока в зоне разделения.

Результаты анализа процесса разделения с помощью построения статистических моделей, полученные для однородной жидкости в лабораторных условиях, показали, что данный метод можно эффективно использовать для моделирования и расчета процессов разделения угольной пульпы на струйном сепараторе. Такие работы проведены для рациональных значений ряда пара-

метров сепаратора с использованием разделителей потока, а именно:

1. Угол наклона желоба. Выполнен ряд экспериментов по разделению продуктов расслоения с помощью пластины, расположенной вдоль течения на различном расстоянии от дна желоба сепаратора и параллельно ему. Определены рациональные значения угла наклона желоба сепаратора: $7+10^\circ$ при плотности исходного 150 - 450 г/л, расходах 0,1 + 0,8 л/с и зольности 40,3+45,4%.

2. Параметры разделителя потока. Различие в плотностях и зольностях продуктов разделения максимально (до 21,2%) при длине профиля в потоке 25 мм и угле атаки 35° . Погрешность выполненных экспериментов определения плотности и зольности продуктов не выше 2,5%.

Для проверки применимости результатов теоретических исследований и лабораторных стендовых испытаний было проведено опробование способа и оборудования в условиях Комсомольской ЦОФ ПО "Донецкуглеобогащение".

Стенд струйного сепаратора устанавливали в цепочке подготовки исходного питания для флотации.

Промышленные испытания струйного сепаратора проводились в два этапа. На первом этапе определялись гидродинамические характеристики процессов разделения угольной пульпы при использовании разделителей потока в форме пластины, цилиндра и тонкостенного профиля. На втором этапе изучались технологические характеристики процесса обогащения угольной пульпы на сепараторе с разделителями для заданных гидродинамических условий.

Результаты технологических испытаний подтвердили ранее полученные теоретические и лабораторно-экспериментальные ре-

зультаты. Так, наибольшую чувствительность к величине угла наклона сепаратора имеет пластина, примерно в 4-6 раз выше, чем у цилиндра и наклонного профиля. Наибольшую чувствительность к высоте (расстоянию от рассекателя до дна сепаратора) имеет цилиндрический профиль. Пластина имеет близкую к цилиндру чувствительность к высоте, а тонкостенный профиль - примерно на порядок ниже.

Установлено, что наиболее широкие функциональные возможности для управления процессом разделения обеспечивает использование в качестве разделителя наклонного тонкостенного профиля. Однако, при достаточно высоких нагрузках по исходному нередко наблюдается турбулизация течения вблизи профиля. Это явление отсутствует при разделении на цилиндре, что свидетельствует об определенных преимуществах использования разделителей в виде тел вращения.

По результатам обогащения пульпы на стенде сепаратора построены статистические модели процесса и установлен ряд регрессионных зависимостей технологических характеристик обогащения от конструктивных и гидродинамических параметров сепаратора.

Анализ результатов промышленных испытаний стенда струйного сепаратора показал, что при разделении пульпы в один прием можно получить продукты обогащения с разницей в зольности до 23,8%, при этом предпочтителен режим работы сепаратора на плотных пульпах - в пределах 300 г/л.

На основании проведенных исследований разработана методика расчета параметров сепаратора, принятая к использованию отраслевым институтом "УкрНИИУглеобогащение" и Донецким государственным техническим университетом. Методика использована для разработки "Технического задания на изготовление про-

мышленного образца струйного конусного сепаратора СКШ-3,6".

Выполнен расчет технологической схемы обогащения углей на ЦОФ "Комсомольская" при использовании для доводки мелких классов; разработана, изготовлена и испытана конструкция сепаратора с регулируемым разделением продуктов обогащения.

На уровне изобретений разработаны способ и устройства для решения практических задач повышения эффективности обогащения углей.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется высокой доверительной вероятностью регрессионных зависимостей, а также соответствием результатов численных и натуральных экспериментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе дано новое решение актуальной научной задачи, состоящей в разработке способов и средств струйного обогащения мелких классов углей путем математического и физического моделирования гидромеханических процессов расслоения и разделения угольной пульпы. Полученные результаты позволяют обоснованно выбрать рациональные проектные параметры, а также параметры регулирования исходных данных.

Основные результаты исследований, выполненных в соответствии с поставленными задачами, заключаются в следующем:

1. Впервые разработана модель струйного неравномерного течения угольной пульпы с непрерывной плотностной стратификацией. Для адекватного описания процесса расслоения пульпы учтены и рассчитаны величины касательных напряжений на границе между слоями и с твердыми поверхностями, формирующими поток.
2. Установлены новые характеристики "эквивалентного" струйного течения двухслойной жидкости, учитывающие вязкие

характеристики течения, плотность гидросмеси и концентрацию твердых частиц, позволившие небольшим числом параметров в широком диапазоне достоверно описать гидродинамические процессы в угольной пульпе.

3. Разработаны и проверены экспериментально статистические модели процессов разделения расслоившейся угольной пульпы на обтекаемых препятствиях с различной геометрией.

4. Исследованы гидродинамические и технологические характеристики процесса разделения угольной пульпы при вариации конструктивных параметров струйного сепаратора. Установлены экспериментальные зависимости для:

- а) плотности и зольности продуктов разделения пульпы при вариациях угла наклона желоба и стационарной ширине разгрузочной щели промпродукта;
- б) плотности и зольности продуктов при вариациях угла атаки и стационарной глубине погружения тонкостенного профиля в поток.

5. Построены регрессионные зависимости показателей обогащения и гидродинамических характеристик течения при разделении на жестких препятствиях, позволяющие прогнозировать технологические показатели разделения в зависимости от входных технологических и конструктивных параметров сепаратора.

6. Разработаны алгоритм и программа инженерных расчетов гидродинамических параметров и технологических показателей разделения струйных течений угольных пульп, лежащие в основе методики расчета параметров струйного сепаратора. Методика принята к использованию в отраслевом институте "УкрНИИУглеобогачение" и Донецком техническом университете.

7. Предложены на уровне изобретений способ и устройства для интенсификации процессов разделения угольных шламов,

реализующие принципы, заложенные в работе.

8. Обоснованы и выбраны рациональные проектные параметры опытной установки струйного сепаратора для обогащения угольной пульпы на ЦОФ "Комсомольская". По результатам промышленных испытаний разработано техническое задание и изготовлена опытная установка струйного сепаратора.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ, ОТРАЖАЮЩИХ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ.

Статьи, доклады, авторские свидетельства.

1. Левандович А.П. Определение параметров процесса расслоения угольной пульпы на желобе//Препринт Ин-та геотехн. механики НАН Украины.-Днепропетровск:ДГУ.-1995.-7 с.
2. Потураев В.Н., Левандович А.П. Решение задачи о равномерном двухслойном течении жидкости в канале постоянной ширины//Ин-т геотехн. механики НАН Украины. - Днепропетровск.1996.-Деп. в ГНТБ Украины 28.02.96.-№ 661-Ук 96.Деп.
3. Блюсс Б.А., Левандович А.П. Экспериментальные исследования процессов расслоения неравномерного течения и разделения расслоившейся пульпы на встречной струе//Ин-т геотехн. механики НАН Украины.- Днепропетровск.-1996.-Деп. в ГНТБ Украины 28.02.96.-№656-Ук 96.Деп.
4. Левандович А.П., Блюсс Б.А. Разработка новых технологий обогащения шламов/Тез. докл. II Междунар. научн.-практ. конф. "Теория и практика решений экологических проблем промышленности", г.Днепропетровск, 27-28 ноября 1995 г.
5. Левандович А.П., Блюсс Б.А. Обоснование режимов работы спиральных классификаторов для оптимизации функционирования экологически безопасных транспортных систем/Тез.докл. Междунар.науч.-практ.конф. "Экологические аспекты загряз-

- нения окружающей среды", г. Киев, 26-27 марта 1996 г.
6. А.с. 1248661 СССР, МКИ В 03 В7/00 Способ обогащения и обезвоживания угля "ОВЗУМС"/ Елишевич А.П., Оглобин Н.Д., Белецкий В.С., Левандович А.П. и др. - заявлено 09.10.84, № 3804173, опубл. 07.08.86, БИ № 29.
 7. А.с. 317423 СССР, МКИ В 03 В3/40 Трехпродуктовый сепаратор для обогащения полезных ископаемых в тяжелых суспензиях/Симонов А.А., Жорник В.И., Благов И.С., Левандович А.П. и др. - заявлено 01.12.69, № 1381427/22-3, опубл. 19.04.71, БИ № 31.
 8. А.с. 1180042 СССР, МКИ В 01 Д21/24 Сгуститель/Борц М.А., Колбин А.Ф., Кочетов В.В., Левандович А.П. и др. - заявлено 22.07.83, № 3609349, опубл. 24.09.85, БИ № 35.
 9. А.с. 1223952 СССР, МКИ В 01 Д21/00 Сгуститель/Бодрова Н.М., Колбин А.Ф., Кочетов В.В., Левандович А.П. и др. - заявлено 22.06.83, № 3641331, опубл. 15.04.86 БИ № 14.
 10. А.с. 1150034 СССР, МКИ В 03 Д1/00 Устройство стабилизации уровня пульпы в флотационной машине/Евстигнеев И.Н., Катрич В.А., Левандович А.П., Скопец В.С. - заявлено 27.09.83, № 3644781/22-03, опубл. 15.04.85. БИ № 14.

ANNOTATION

Levandovich A.P. Research of the hydrodynamic processes of coal pulpe and ground of the separator parameters for their enrichment (a manuscript).

The thesis for the defence of the candidate of technical science degree on speciality 05.15.11 - the physical processes of the mining industry. Institute of geotechnical mechanics of NAS.-Ukraine, 1996.

There are proposed the hydrodynamic models of the processes in fluid flow of coal pulpe abroad the narrowing

surfaces. There are formulated and grounded scientifically requirements to the geometry of the separator workorgan. There are discovered the dependence extremal of output and ashes underground layer product from the angle inclination of separator channel. There are proposed scientifically conditions the methods of hydrodynamic dividing of fluid hydro-mixture flow.

АННОТАЦИЯ

Левандович А.П. Исследование гидродинамических процессов в угольных пульпах и обоснование параметров сепаратора для их обогащения (рукопись).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.11 - Физические процессы горного производства. Институт геотехнической механики НАН Украины, 1996 г.

Предложены гидродинамические модели процессов в струйных течениях угольной пульпы вдоль сужающихся поверхностей. Сформулированы научно-обоснованные требования к геометрии рабочего органа сепаратора. Выявлены экстремальные зависимости выхода и зольности донного слоя промпродукта от геометрических параметров разделяющей поверхности и угла наклона желоба сепаратора. Предложены, научно обоснованы и опробованы в промышленных условиях способы гидродинамического разделения струйных течений гидросмесей.

Гидродинамические процессы, разделители потока, конусный сепаратор, обогащение углей.

АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск В. Л. Перепелиця

Підписано до друку 22.11.96. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умовн. друк.
арк. 1,0. Умовн. фарб.-відб. 1,0. Тираж 100. Замовлення N 1060. Замовлено.
ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

409295

AB 36.391

STATE OF CALIFORNIA
DEPARTMENT OF REVENUE

AMOUNT PAID

STATE OF CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA
DEPARTMENT OF REVENUE
AMOUNT PAID
STATE OF CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA