

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Субботина М.Ю. «Влияние физико-механических свойств рудных концентратов на конструктивные параметры внутренних устройств барабанных сушилок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых»

Термическая сушка применяется в подавляющем большинстве «мокрых» технологических схем получения продуктов обогащения полезных ископаемых. Несмотря на то, что сушка одна из самых энергоемких операций в технологии переработки минерального сырья, она остаётся недостаточно изученным процессом.

Анализ литературных данных и результатов работы сушильных отделений обогатительных фабрик показал, что в настоящее время весьма **актуальным вопросом** в эксплуатации барабанных сушилок является неэффективное протекание конвективного теплообмена между сушильным агентом и высушиваемым концентратом. Это повышает расход топлива, влажность высушенного концентрата, увеличивает количество уноса концентрата с отходящими газами и сокращает срок службы узлов сушильных установок.

Причиной неэффективного конвективного теплообмена в барабанной сушилке является неравномерное и неполное распределение завесы сушеного концентрата по сечению барабана. Неэффективное распределение завесы по сечению барабана в свою очередь является следствием несовершенства внутренних устройств сушильного барабана.

Основным недостатком разработанных к настоящему времени конструкций внутренних устройств сушильного барабана является то, что при их конструировании не учитывались физико-механические свойства конкретных рудных концентратов. Но физико-механические свойства высушиваемых концентратов горнопромышленной отрасли колеблются в весьма широком диапазоне. Снижение энергозатрат на сушку рудных концентратов путём усовершенствования внутренних устройств барабанных сушилок с учётом физико-механических свойств высушиваемых концентратов является **актуальной задачей**.

**Цель диссертационной работы** – исследование особенностей физико-механических свойств рудных концентратов, влияющие на конструктивные параметры внутренних перемешивающих устройств барабанных сушилок.

Для достижения цели соискателю потребовалось решить следующие **задачи**:

- исследование и анализ факторов, влияющих на величину угла естественного откоса, образуемого на внутренних лопатках сушильного барабана;
- изучение основных зависимостей и характеристик взаимодействия поверхности частиц рудного концентрата и жидкости;

- изучение влияния температуры сушильного агента, размера частиц, плотности, удельной поверхности на единицу массы и гидрофильности сушеного рудного концентрата на его угол естественного откоса;
- совершенствование методики и аппаратуры для экспериментального изучения кинетики сушки и сыпучести рудных концентратов в лабораторных условиях;
- оценка экономической эффективности усовершенствованных внутренних устройств промышленных барабанных сушилок.

**Научная новизна** работы заключается в том, что соискателем:

- установлено, что угол естественного откоса рудного концентрата, образуемый на лопатках барабанной сушилки, является статическим;
- установлен ряд частных зависимостей угла естественного откоса различных рудных концентратов от их влажности. Выявлено, что все данные зависимости являются линейными и характеризуются коэффициентом, отражающим зависимость угла естественного откоса рудного концентрата от его влажности;
- установлено, что величина коэффициента изменения угла естественного откоса рудного концентрата зависит от размера частиц концентрата, краевого угла смачивания рудного концентрата и температуры сушильного агента, и при этом не зависит от плотности частиц рудного концентрата.

**Достоверность научных положений и выводов**, выносимых на защиту, подтверждаются использованием аттестованных физических и физико-химических методов анализа, применением современных средств измерений, статистической обработкой результатов, сходимостью результатов теоретических и лабораторных экспериментальных исследований. Кроме того, она подтверждается обсуждением составных частей диссертации на Международных, Всероссийских конференциях и публикациями в Материалах этих конференций.

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 4 в изданиях, входящих в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий» Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России. Получен один патент на изобретение.

**Практическая значимость работы.** В качестве объекта исследования использовались реальные концентраты:

- сыпучие минеральные пробы концентрата (НШК) и измельченной руды (НШИ) Ново-Широкинской обогатительной фабрики;
- слюдяной (МСК) и полевошпатовый (МПК) концентраты Малышевской обогатительной фабрики;

- флюоритовый концентрат (КК) Кличкинской обогатительной фабрики (Гарсонуйское месторождение);
- гравитационный концентрат (МК) касситеритовой руды месторождения Гардунайское.

Результаты исследований позволяют проектировать внутренние устройства промышленных барабанных сушилок, с учётом угла естественного откоса высушиваемого рудного концентрата и его изменения в течение сушки с целью повышения эффективности конвективного теплообмена между тепловым агентом и частицами рудного концентрата, что снижает расход топлива, температуру отходящих газов, износ уплотнений барабана и унос рудного концентрата.

Результаты работы внедрены в процесс проектирования в филиале ЗАО "ТОМС инжиниринг" в г.Чите (акт № 29-ЗФ от 04.03.2015 г.), приняты к внедрению на обогатительной фабрике ОАО «Малышевское рудоуправление» для модернизации барабанных сушилок и внедрены в процесс проектирования в ЗАО «РИВС-проект» (протокол заседания научно-технического совещания № 5/15 286 от 22.02.2013 г.), а также в учебный процесс кафедр: «Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья» (акт № 14.1-822 от 16.03.2015) и «Открытые горные работы» (акт № 14.1-823 от 16.03.2015) ЗабГУ.

**Объем и структура диссертационной работы.** Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка - 136 наименований, включает 174 с. машинописного текста, 25 таблиц, 77 рисунков и 6 приложений.

Анализ диссертационной работы и автореферата показывает, что **соискатель выполнил все требования**, предъявляемые к кандидатским диссертациям, и справился с поставленной задачей.

**Личный вклад соискателя** состоит в определении цели работы и постановке задач исследования: проведении теоретического и математического анализа; определении методики и проведении экспериментальных исследований; проведении математического анализа статистических данных на ЭВМ; разработке аппарата для исследования кинетики сушки рудного концентрата при режимах сушки, близких к барабанной сушилке; усовершенствовании и изготовлении прибора, моделирующего условия образования естественного откоса на лопатках барабанной сушилки; изготовлении аппаратов для измерения угла естественного откоса; разработке и изготовлении установки, моделирующей образование завесы падающего рудного концентрата в сечении сушильного барабана.

В качестве замечания следует отметить, что:

1. Утверждение, что «дополнительной областью применения полученных зависимостей является расчёт угла откоса, высоты и объёма отвалов и рудных штабелей» (стр. 5 автореферата) не подтверждено экспериментальными исследованиями.

2 В автореферате (стр. 19 автореферата) указано, что «ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 2 639 080 руб.», а на стр. 127 диссертации напечатано, что «получен экономический эффект в размере 2 639 080 руб.». Не указано, что это касается только Малышевской обогатительной фабрики и не дан объем производства.

3 В оформлении диссертации и автореферата есть отклонения от ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации», ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и недочеты технического характера.

В целом, судя по диссертации и автореферату, диссертационная работа Субботина М.Ю. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и оставляет хорошее впечатление.

Несмотря на замечания, изложенные выше, и учитывая полученные результаты, научную новизну и практическую значимость, которые изложены в диссертации и автореферате, следует вывод, что диссертационная работа выполнена в достаточном объеме и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а **Субботин Михаил Юрьевич** заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник лаборатории химии и технологии природного сырья Байкальского института природопользования СО РАН, к.т.н., доцент

Гуляшинов А.Н.

Гуляшинов Анатолий Никитич – старший научный сотрудник лаборатории химии и технологий природного сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (БИП СО РАН), к.т.н., доцент, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, e-mail: [agul50@mail.ru](mailto:agul50@mail.ru), тел. 8-908-591-5890.

Подпись Гуляшинова А.Н.  
удостоверяю ученый секретарь  
БИП СО РАН, к.х.н.



Пинтаева Е.И.

«25» мая 2015г.