

О Т З Ы В

официального оппонента на
диссертационную работу Гудковой Инессы Юрьевны
«Извлечение металлов из бедных руд и техногенных отходов с
использованием метода фильтрационного горения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных
состояний вещества.

Интерес к новым технологиям утилизации промышленных отходов, позволяющим возвращать в производство ценное сырье и извлекать металлы из низкосортных руд обусловлен, как уменьшением мировых запасов цветных металлов, так и накоплением техногенных отходов. В настоящее время во многих техногенных отходах содержание ценных компонентов превышает их содержание в добываемом минеральном сырье. Среди многочисленных способов утилизации и извлечения ценных компонентов особое внимание привлекают энерго- и ресурсосберегающие технологии. Применение для их создания энергии химических реакций является закономерным результатом интенсивного развития СВС и в частности, фильтрационного горения (ФГ). Благодаря важной особенности ФГ – явлению сверхадиабатического разогрева, т.е. нагрев выше адиабатической температуры горения. В области высокой температуры происходит формирование и последующее перемещение в направлении газового потока разделенных в пространстве материальных зон. Фильтрующийся поток газа выполняет двоякую роль с одной стороны участника химических превращений, с другой стороны участника тепло и массообмена. Особенности ФГ, в том числе зональное распределение температур по объему делают его привлекательным для использования в технологиях экстракции

продуктов горения. Установление основных закономерностей массопереноса в процессе химических превращений, влияния управляющих параметров на фазовый состав, образующихся продуктов и степень превращения в волне горения, что позволяет проводить селективный отбор полезных продуктов, составляет научную основу выбора метода извлечения металлов из бедных руд и техногенных отходов.

Актуальность и практическая ценность работы подтверждается использованием результатов работы в разработке новых технологий ЗАО НПП «Промтех» выделения соединений молибдена из различного молибден содержащего сырья, в том числе техногенных отходов.

Диссертация Гудковой И.Ю. посвящена исследованию проблемы извлечения металлов из металлосодержащих концентратов и металлосодержащих отходов производства методом фильтрационного горения в сверхадиабатическом режиме. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности извлечения металлов и поиском экологических, не наносящих природе вреда, методов, одним из которых является метод фильтрационного горения. Актуальность и практическая значимость выполненных исследований проявляется в широком диапазоне их приложений, включающем в себя извлечение таких металлов, как Mo, Zn и Cr, из разных концентратов и отходов производства. Полученные результаты, несомненно, окажут влияние и на развитие энерго- и ресурсосберегающих технологий, экологически чистых методов переработки промышленных отходов и будут способствовать внедрению метода фильтрационного горения в арсенал ряда производств.

Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка цитируемой литературы (110 наименований) и приложений. Общий объем работы

составляет 129 страниц, в том числе 37 рисунков, 16 таблиц и 2 приложений, содержащих акты о внедрении результатов работы. Во Введении обоснована актуальность работы, сформулирована ее цель, представлен подробный анализ состояния рассматриваемых в диссертации проблем, показаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведен перечень основных публикаций по теме диссертации.

Первая глава представляет собой литературный обзор, в котором рассмотрены существующие представления о процессе фильтрационного горения, приведены примеры использования фильтрационного горения для утилизации низкосортных топлив и горючих отходов.

Глава 2 посвящена постановке задачи и описанию методов исследования.

В третьей главе изложены результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований переработки молибденсодержащих материалов Алмалыкского и Каджаранского флотационных молибденитовых концентратов и техногенных отходов отработанных промышленных катализаторов допированных кобальтом и никелем методом фильтрационного горения. В результате проведенных определены режимы устойчивого горения, рассчитаны и экспериментально измерены максимальные температуры горения, изучены закономерности массопереноса в процессе химического взаимодействия молибденсодержащих продуктов с окислителем. Показано, что модифицируя состав шихты и изменяя скорость подачи окислителя можно варьировать степень извлечения MoO_3 в газовую фазу. В оптимальных режимах степень извлечения достигает 57%. При горении отработанных промышленных молибденсодержащих катализаторов допированных кобальтом и никелем степень извлечения MoO_3 составила 30 и 78% соответственно.

В четвертой главе представлено исследование условий фильтрационного горения и массопереноса для составов, моделирующих каламин-галмеевые породы и колчеданные руды, также исследуются реальные технологические цинксодержащие шламы. Установлено, что меняя содержание горючего в шихте (углерода) можно влиять на температурный профиль волны горения и добиваться преобладания окислительных или восстановительных процессов в области максимальных температур. Степень извлечения цинксодержащих продуктов увеличивается с повышением максимальной температуры в волне горения и может достигать 34%. Определены режимы ФГ для колчеданных руд с низким содержанием цинка, при которых степень извлечения цинксодержащих продуктов горения в возгон, составляет 100%. Использование фильтрационного горения позволило повысить содержание цинка в шламе до 20% при начальном содержании 12%, благодаря инверсному режиму горения, когда более прогретой оказывается зона, где в газовой фазе преобладают восстановительные процессы.

Пятая глава диссертации посвящена проблеме сжигания хромсодержащих образцов, которые принципиально отличны от описанных в предыдущих главах типов металлсодержащих компонентов шихты. Если образующиеся в результате горения соединения молибдена и цинка являются летучими продуктами, способными к их выносу из зоны горения, то все возможные продукты окисления и восстановления хрома мало летучи и в процессе горения должны оставаться в зольном остатке. В этой главе детально рассмотрены режимы сжигания хромсодержащих систем методом фильтрационного горения с целью выявления закономерностей для эффективной и экологичной переработки отходов кожевенного производства. Найдены условия проведения процесса фильтрационного горения, когда продуктом горения является порошок соединений хрома

(III), составляющий около 60% зольного остатка в пересчете на Cr_2O_3 . При этом токсичные соединения хрома (VI) не образуются. Шестая глава посвящена изучению дисперсности твердофазных продуктов фильтрационного горения исследованных металлосодержащих систем.

Завершают диссертацию основные выводы, позволяющие объективно оценить значимость выполненного исследования.

Приложения содержат копии актов внедрения полученных материалов.

Исходя из изложенного, считаю, что основные результаты, полученные автором диссертации, обладают научной новизной и являются достоверными, а основные выводы по работе - доказанными и обоснованными.

Основные положения диссертации опубликованы в 9 научных статьях, в рецензируемых журналах из списка, рекомендованного ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, результаты работы доложены и опубликованы в трудах и сборниках тезисов 17-ти международных и всероссийских научных конференций и симпозиумах.

В тоже время по существу работы имеются следующие замечания:

1. В главе 2 отсутствуют ГОСТы, на некоторые используемые материалы, отсутствуют сведения о точности измерений выбранных методов исследования.
2. К сожалению важные научные закономерности, установленные в работе и представленные в диссертации и основных выводах по работе, не нашли своего отражения в положениях выносимых на защиту и научной новизне автореферата.

3. Инертные вещества, в качестве которых используются глина, уголь, кирпич являются гидрофильными веществами и могут содержать воду. Однако в работе вопросы влияния воды на температуру горения, состав газового потока и продуктов горения не рассмотрены.

4. Результаты измерения удельной поверхности не подтверждены прямыми исследованиями структуры исследуемого материала.

5. Текст диссертации содержит ряд опечаток и неточностей:

Отсутствуют данные об увеличении на фотографиях продуктов горения.

На стр. 41 сказано, что по расчетам газофазный перенос MoO_3 происходит при $T \geq 1500\text{K}$, а в реальных условиях при более низкой температуре 1310°C

На стр. 43 не указано, что является инертным компонентом и в каком количестве вводится.

Из таблицы 4.5. не понятно как рассчитывалась степень извлечения для образцов опытов 1 и 2, если содержание цинка в гранулах одинаковое, содержание в твердом продукте тоже, а степень извлечения 100 и 63%, соответственно.

По данным таблицы 4.8 стр. 85 хим. анализ образцов Ф 40% и 50% угля присутствия железа не обнаружил, а РФА показал 33, 3 и 32,5 соответственно. Чем вызвано такое расхождение данных ?

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки работы, выполненной на высоком экспериментальном уровне, и являющейся цельным и законченным исследованием. Новизна и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений, поскольку представленные в диссертации результаты получены сертифицированными методиками, докладывались и обсуждались на престижных семинарах, симпозиумах и

конференциях. Практическая значимость работы определяется возможностью использования результатов при извлечении цветных металлов из промышленных отходов, что подтверждается актами о внедрении полученных результатов по извлечению молибдена из некондиционного сырья и промышленных отходов.

Диссертационная работа Гудковой И.Ю. полностью удовлетворяет требованиям, установленных положением о присуждении ученых степеней согласно Постановлению Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент

доцент кафедры

порошковой металлургии и функциональных покрытий

НИТУ «МИСиС»,

кандидат технических наук

В.В. Курбаткина

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования Национальный исследовательский

технологический университет Московский институт стали и сплавов (НИТУ «МИСиС»),

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4

« 6 » декабря 2016 г.

Подпись В.В. Курбаткиной удостоверяю

ПОДПИСЬ

Проректор
по общим вопросам
НИТУ «МИСиС»

ЗАВЕРЯЮ

И.М. ИСАЕВ

