

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фатталова Оскара Олеговича на тему “Экспериментальное исследование динамики твердых и газовых включений в жидкости в вибрационном и акустическом полях”, предоставленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Фатталова О.О. является законченным научным трудом, в котором установлен ряд закономерностей процессов в жидкостях, содержащих включения различного агрегатного состояния, разработаны предложения по повышению селективности разделения минералов флотационным способом.

Автором экспериментально и численно исследована динамика формирования структур в вязких жидкостях с твердыми включениями, подвергающихся неакустическим вибрациям. При ультразвуковом воздействии исследованы процессы возникновения, дрейфа и коалесценции пузырьков в объеме жидкости и вблизи твердых поверхностей, погруженных в жидкости с различными физико-химическими свойствами. Экспериментально исследована эффективность применения ультразвуковых вибраций в процессах обогащения руд методом флотации.

Автором обнаружено существование трех режимов поведения жидкостей с твердыми включениями при воздействии неакустических вибраций: 1) случайное распределение частиц по объёму, 2) наличие устойчивых пространственно-периодических структур, ориентированных ортогонально направлению вибраций, 3) режим с разделением фаз с границей раздела чистая жидкость – жидкость с включениями, перпендикулярной к направлению вибраций. Найдено, что определяющим параметром, ответственным за существование различных режимов, является амплитуда скорости вибраций.

Определены зависимости пространственного периода квазистационарных структур от вязкости жидкости, частоты и амплитуды вибраций. Показано, что пространственный период структур пропорционален толщине вязкого слоя Стокса.

В рамках трехмерного подхода численно исследовано поведение ансамбля твердых частиц в вязкой жидкости под действием линейно-поляризованных поступательных вибраций. Обнаружено формирование равноотстоящих друг от друга плоских слоев частиц, перпендикулярных к направлению вибраций.

Найдено, что диаметр пузырьков, возникающих в жидкости при УЗ воздействии, значительно уменьшается с увеличением концентрации солей NaCl и KCl вследствие ингибирования коалесценции. Обнаружено, что ультразвуковое воздействие приводит к повышению критической концентрации коалесценции (ККК) для водных растворов соли NaCl более чем в три раза по сравнению со случаем отсутствия УЗ воздействия.

Обнаружено, что изменение краевого угла смачивания твердой поверхности с 78 до 99 градусов приводит к увеличению более, чем в сто раз скорости роста на погруженной в жидкость пластине относительной площади, занимаемой пузырьками, образовавшимися при УЗ воздействии.

Исследовано влияние УЗ воздействия на процесс флотации калийных руд. Показано, что для частиц мелкой и средней крупности УЗ обработка увеличивает или оставляет неизменным извлечение KCl, но заметно уменьшает извлечение NaCl. Таким образом, применение УЗ повышает эффективность процесса флотации за счет увеличения селективности извлечения. Этот эффект связан с десорбцией ПАВ с поверхности NaCl под действием УЗ, что приводит к её гидрофилизации.

Достоверность исследований подтверждается использованием апробированных методик проведения экспериментов и численных расчетов и соответствием экспериментальных и численных данных, имеющихся в литературе результатам, в частных случаях. Использование поверенного оборудования обеспечило единство, требуемую точность и воспроизводимость результатов исследования.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в получении новых знаний о поведении флотационной системы в вибрационном поле ультразвуковой частоты, позволяющих совершенствовать технологии извлечения полезных компонентов, а также повышать технологические показатели переработки руд. Особенно следует отметить экспериментально обнаруженный факт повышения селективности разделения  $KCl$  и  $NaCl$ . Селективность разделения может быть связана с десорбцией физически сорбированного собирателя с минералов (особенно с хлорида натрия), но также и увеличенными отрывающими силами.

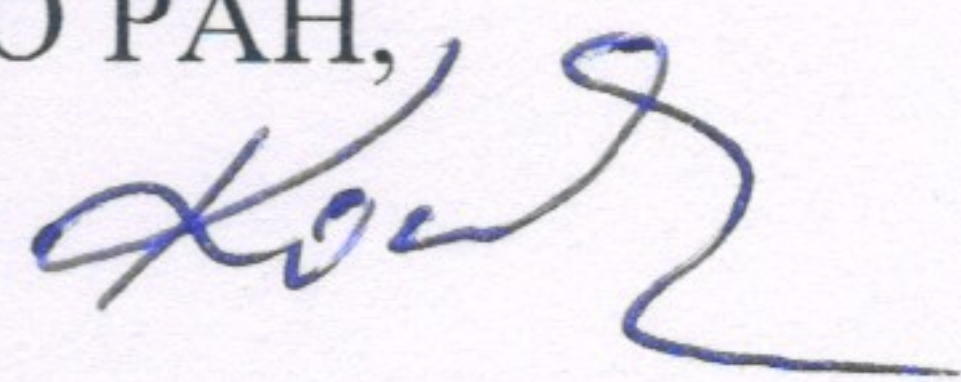
В качестве замечания. Автор указывает, что селективность разделения солей  $NaCl$  и  $KCl$  связана с десорбцией ПАВ. Флотация указанных солей выполняется катион-активными собирателями. Возможно автор имеет в виду молекулярную, физически закрепившуюся форму собирателя.

На странице 14 автореферата автор указал неверную размерность мощности ( $P=45\%$ ).

В качестве пожелания следует сказать, что ультразвук может оказать заметный технологический эффект в области повышения избирательности процесса флотационного разделения минералов путем изменения характеристик поверхностных колебаний пузырьков. Изменение амплитудно-частотных характеристик поверхностных колебаний пузырьков может привести к их селективной деминерализации вследствие отрыва частиц с определенной степенью гидрофобизации.

С учетом вышесказанного, диссертация О. О. Фатталов "Экспериментальное исследование динамики твердых и газовых включений в жидкости в вибрационном и акустическом полях", отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Фатталов Оскар Олегович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Главный научный сотрудник лаборатории  
обогащения полезных ископаемых и  
технологической экологии Института  
Горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,  
доктор технических наук



Кондратьев Сергей Александрович

« 17 » февраля 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского Отделения  
Российской академии наук.  
Новосибирск, красный проспект, 54, ИГД СО РАН  
т. 8 923 248 34 22, e-mail: kondr@misd.ru

Подпись С. А. Кондратьева ЗАВЕРЯЮ:

Ученый секретарь Института  
горного дела СО РАН, к.т.н.



К. А. Коваленко

Я, Кондратьев Сергей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фатталова Оскара Олеговича "Экспериментальное исследование динамики твердых и газовых включений в жидкости в вибрационном и акустическом полях", и их дальнейшую обработку.