

# ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОФОБНО-ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ПЕСКОВ ПРИ ИХ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

## Ширман Г.В.

*Ширман Григорий Владимирович – младший научный сотрудник,  
Лаборатория обогащения полезных ископаемых,  
Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского, Сибирское отделение Российской академии наук,  
г. Якутск*

**Аннотация:** *приведены результаты экспериментов в лабораторной флотационной установке для оценки влияния криогенной обработки на поверхностные свойства естественных высокодисперсных минеральных смесей таковыми являются высокоглинистые пески. Эксперименты показали, что криогенная обработка песков существенно повышает их гидрофобные свойства, что подтверждается увеличением выхода пенного продукта флотации без применения реагентов-собирателей, так же отмечается увеличение выхода пенного продукта от количества циклов промораживания-оттаивания. Данное явление подтверждает эффект повышенной дезинтеграции высокоглинистых песков в водо-воздушной среде после криогенной обработки.*

**Ключевые слова:** *высокоглинистые пески, промывка, криогенная обработка, промораживание, гидрофобность, реагенты, пенный продукт.*

# CHANGES IN THE HYDROPHOBIC-HYDROPHILIC PROPERTIES OF HIGH-CLAY SANDS DURING THEIR CRYOGENIC TREATMENT

## Shirman G.V.

*Shirman Grigoriy Vladimirovich - Junior Researcher,  
LABORATORY OF MINERAL PROCESSING,  
INSTITUTE OF MINING OF THE NORTH NAME OF N.V. CHERSKY SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY  
OF SCIENCES, YAKUTSK*

**Abstract:** *The results of experiments in a laboratory flotation plant to assess the effect of cryogenic treatment on the surface properties of natural highly dispersed mineral mixtures, such as high-clay sands, are presented. Experiments have shown that cryogenic treatment of sands significantly increases their hydrophobic properties, which is confirmed by an increase in the yield of the foam product of flotation without the use of collecting reagents, as well as an increase in the yield of the foam product from the number of freezing-thawing cycles. This phenomenon confirms the effect of increased disintegration of high-clay sands in the water-air environment after cryogenic treatment.*

**Keywords:** *high-clay sands, washing, cryogenic treatment, freezing, hydrophobicity, reagents.*

УДК 622.361.1

В процессах обогащения полезных ископаемых основная роль дезинтеграции заключается в высвобождении полезных минеральных компонентов из связующей глинистой массы для последующего их разделения по физическим и физико-химическим характеристикам [1]. Эффективность диспергирования песчано-глинистых смесей зависит не только от минерального и гранулометрического состава, применяемого способа дезинтеграции, но и от таких факторов как предварительная обработка промываемого материала. Одним из вариантов повышения эффективности дезинтеграции применительно к высокоглинистым пескам, является их криогенная подготовка, что для условий Севера вполне реально [2].

Результаты ранее проведенных экспериментальных исследований на лабораторной модели глухого промывочного барабана по оценке влияния криогенной обработки на динамику формирования и разрушения плотных глинистых агрегатов показали, что циклические знакопеременные воздействия на глинистые агрегаты оказывают существенное влияние на адгезионные свойства материала при его промывке, увеличение количества циклов сокращает время диспергации и уменьшает интенсивность набора массы комков, что исключает образование в процессе промывки окатышей, и сокращает потери ценных компонентов [3].

Проводимые нами исследования связаны с изучением изменения адгезионных свойств продуктов криогенной обработки высокоглинистых песков, что может объяснить природу и динамику диспергации (промывки) песков.

Цель работы заключается в изучении влияния криогенной обработки высокоглинистых песков на их поверхностные свойства.

Идея работы заключается в оценке динамики изменения гидрофобности от циклов замораживания-оттайки методом флотации по выходу пенного продукта без использования собирателей. Для интенсификации процесса флотационного выделения гидрофобных частиц использовался лишь реагент-вспениватель, для создания трехфазной среды.

Исследования проводились на лабораторной флотационной машине 240 ФЛ-А с объемом камеры 1,5 л (рисунок 1).

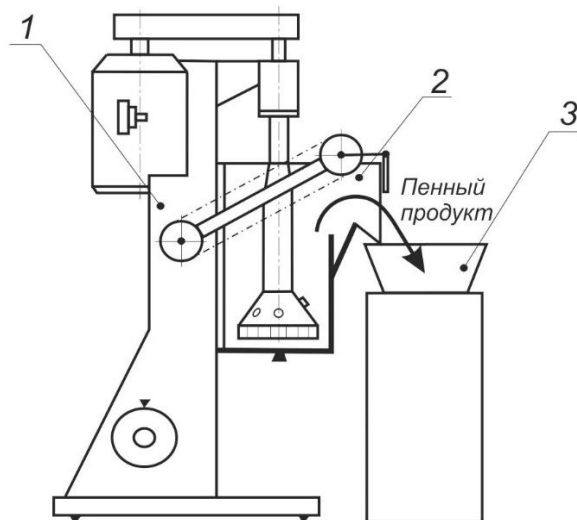


Рис. 1. Экспериментальный стенд.

1. - Флотомашина 240-ФЛ-А; 2. - камера флотомашины; 3. - ёмкость для пенного продукта.

Эксперименты проводились на образцах исходной влажности 25%, для которых по результатам предварительных экспериментальных исследований установлено наиболее характерное влияние криогенной обработки на диспергируемость в водовоздушной трехфазной системе.

В качестве исходного материала для экспериментов выделялась тонкодисперсная часть исходных высокоглинистых песков фракции  $-0,2+0$  мм (флотационной крупности) рассевом на лабораторных ситах с соответствующей ячейкой. Навески по 210 г., с заданной влажностью 25% загружались в герметичные контейнеры и подвергались замораживанию в холодильной камере при температуре 253 К и оттаиванию в лабораторном помещении при температуре 293 К. Время выдержки на промерзание и оттаивание составляло от 12 до 15 часов на каждом этапе, количество циклов до 2, также исследовались образцы, не прошедшие криогенную обработку.

Исходная навеска загружалась в камеру флотомашины, процесс флотации проходил с применением вспенивателя (сосновое масло, 150 г/т) и без реагент-собирателя. Подача вспенивателя использовался для интенсификации выхода гидрофобных частиц. Вспениватель подавался в относительно высоких концентрациях для создания более обильной и устойчивой пены, но исключая механический вынос гидрофильных частиц. Время флотации для всех опытов составляло 4 минуты, водный pH=6. По окончании эксперимента, полученные пенный и камерный продукты высушивались, взвешивались, после чего проводился отбор проб на фазовый анализ на дифрактометре D8 DISCOVER. Процесс работы представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Процесс работы на флотационной машине ФЛ 240-А.

На рисунке 3 представлена сводная диаграмма выхода пенного продукта флотуемой пробы в зависимости от количества циклов промораживания-оттаивания с применением реагента и без реагента, а также в сравнении с образцами не прошедшими криогенную обработку.



Рис. 3. Выход пенного продукта флотации с использованием вспенивателя и без него в зависимости от количества циклов промораживания-оттаивания.

Как видно из диаграммы, криогенная обработка оказывает существенное влияние на выход материалов с пеной (проявляющих гидрофобные свойства) во всех без исключения случаях. Применение вспенивателя существенно повышает выход материала с пенным продуктом: для не замороженных образцов с 1% до 10%, а для криогеннообработанных с 7% до 17%. Предварительные исследования указывают, что данный показатель имеет для каждого образца, при прочих равных условиях, своё характерное значение доли выхода, исключая механический вынос материала с пеной, т.е. отражает полное извлечение гидрофобных частиц, выделенных с пеной.

Важным является то, что приобретённая таким образом гидрофобность мелкодисперсного материала после оттайки образца и последующей проморозки не только сохраняет эти свойства, но и увеличивается при дополнительном промораживании (2 цикл). Вполне очевидно, что данный эффект связан с изменением поверхностных свойств (адгезия) при криогенной обработке.

По результатам экспериментов установлено, что при криогенной обработке гидрофобизация поверхности происходит для всех минеральных форм, что во многом объясняет высокий эффект дезинтеграции высокоглинистых песков в водовоздушной среде.

#### Список литературы / References

1. *Вайсберг Л.А., Загоратский Л.П.* Основы оптимальной дезинтеграции минералов // ФТПРПИ. 2003. № 1. С. 99 – 106
2. *Курилко А.С.* Экспериментальные исследования влияния циклов замораживания-оттаивания на физико-механические свойства горных пород. // Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004, 154 с.
3. *Shirman G.V.* Effect of cryogenic treatment on disintegration of clay aggregates in washing drum // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 262, Issue 1, 3 June 2019, SCOPUS 012071, 2019.