

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

Ялтанца Ивана Михайловича на диссертационную работу Козлова Максима Юрьевича «Совершенствование технологий гидроподъема при освоении шельфовых месторождений железомарганцевых конкреций на основе исследования гидродинамических процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.18 – Технология освоения морских месторождений полезных ископаемых.

Рецензируемая работа является самостоятельным научным исследованием, которое представлено на 147 страницах текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 82 наименований и содержит 32 рисунка, 18 таблиц.

### **Актуальность темы диссертации.**

Диссертационная работа Козлова М.Ю. посвящена вопросу, актуальность которого всегда достаточно высокая – увеличение минерально-сырьевой базы, за счет освоения морских шельфовых месторождений полезных ископаемых. Минерально-сырьевой потенциал шельфовых областей является резервом горнодобывающей промышленности РФ и существенно дополняет баланс полезных ископаемых на континенте.

Одно из решений минерально-сырьевой проблемы возможно за счет освоения полезных ископаемых Мирового океана. В последнее десятилетие помимо россыпных месторождений континентального шельфа выявилась промышленная ценность нового вида минерального сырья – шельфовых железомарганцевых конкреций (ЖМК).

В настоящее время геологоразведочные изыскания морских минеральных ресурсов намного опережают работы связанные с созданием технологических способов и технических средств для добычи и подъема полезных ископаемых со дна морей и океанов. В связи с этим, развитие добычных работ на шельфе связано, прежде всего, с проектированием и созданием современных рациональных систем гидроподъема, позволяющих



проводить горнотранспортные работы.

Таким образом, диссертационная работа Козлова М.Ю. направлена на решение актуальной проблемы – гидравлической добычи ЖМК при различных глубинах шельфа и минимизировании энергетических затрат для увеличения эффективности рабочих процессов и оборудования гидротранспортного комплекса.

### **Общая характеристика диссертации.**

Целью работы является совершенствование технологий добычи твердых полезных ископаемых на различных глубинах шельфа на основе разработки научно-методического обеспечения процессов гидроподъема и технико-энергетической оценки работы гидротранспортного оборудования.

Для решения поставленной задачи автор предлагает научно-методическое обоснование рациональной системы вертикального гидроподъема железомарганцевых конкреций (ЖМК) с учетом гидравлической крупности в свободных и стесненных условиях и процесса их дезинтеграции при работе различного оборудования.

В первой главе приведены общие положения о минерально-сырьевом потенциале морских месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ), в том числе железомарганцевых конкреций и перспективы освоения шельфовых месторождений РФ. Представлен опыт геологоразведочных работ; выполнен анализ технологических способов и технических средств освоения прибрежно-морских месторождений с учетом эффективности процесса добычи с учетом глубины разработки.

Задачи исследований позволяют последовательно достичь поставленной цели, что свидетельствует о завершенности, представленной в диссертационной работе.

Во второй главе проведен анализ литературных источников, рассмотрены существующие методы определения гидравлической крупности в свободных и стесненных условиях; разработана методика и проведены экспериментальные исследования по определению скоростей свободного и



стесненного падения различных фракций ЖМК. На основании проведенного анализа полученных результатов экспериментов и их сравнительное сопоставление с расчетными уравнениями различных исследователей и получены функциональные зависимости.

Третья глава посвящена исследованиям по дезинтеграции железомарганцевых конкреций, выполненным на базе разработанных трех крупномасштабных экспериментальных стендов; определению степени дезинтеграции ЖМК при работе оборудования (грунтовой насос, эжектор, эрлифт) на различных глубинах моря.

В четвертой главе проведена технико-энергетическая оценка параметров различных технических средств добычи конкреций.

Следует отметить, что на основании проведенных исследований по определению гидравлической крупности представлена методика расчета основных параметров гидротранспортирования ЖМК по вертикальным трубопроводам, которая дополняет существующие методы расчета гидротранспортирования.

В заключении излагаются общие выводы и практические рекомендации. Выводы и результаты диссертационной работы обладают научной новизной и практической ценностью.

#### **Научная новизна и практическая значимость диссертации.**

Основные результаты диссертации сформулированы в виде трех научных положений выносимых на защиту.

Принципиально важным является *первое научное положение*, так как автором впервые определена гидравлическая крупность ЖМК в свободных условиях, установлены диапазон и закономерности изменения скоростей свободного падения различной крупности (от 5 до 30 мм) с учетом изменения параметров среды. Диссертант установил ряд принципиально важных новых выводов о влиянии формы частиц, температуры и солёности воды на отклонение конечных скоростей падения ЖМК.

Новизна научного положения заключается в получении зависимости



гидравлической крупности конкреций от плотности, формы частиц и свойств среды. Достоверность подтверждается большим объемом аналитических и экспериментальных исследований.

Во *втором научном положении* автор рекомендует определять скорости стесненного падения ЖМК на основе гидравлической крупности в свободных условиях и коэффициента снижения скорости, скорость является главным фактором при определении критической скорости движения частиц в вертикальном трубопроводе.

Для доказательства второго научного положения диссертант использовал не только литературные данные, но и провел большой объем опытных работ. Выводы автора доказаны путем сопоставления результатов расчетов и экспериментов.

*Третье научное положение*, автор указывает, что дезинтеграция железомарганцевых конкреций, является отрицательным процессом при вертикальном гидротранспортировании. Выявлена зависимость дезинтеграции ЖМК при различных способах гидроподъема и определена степень разрушения конкреций. Достоверность подтверждается опытными работами на лабораторных крупномасштабных стендах.

Проведенные исследования и полученные функциональные зависимости позволили разработать методику расчета основных параметров гидротранспортирования ЖМК по вертикальным трубопроводам.

На ее основе проведена технико-энергетическая оценка параметров различных технических средств добычи конкреций (эрлифта, эжектора, грунтонасоса) в зависимости от глубины шельфовых месторождений.

*Научное значение работы* состоит в развитии существующих знаний о гидродинамических процессах, происходящих при гидротранспортировании минеральных частиц, позволяющие предлагать и научно обосновывать новые технические и технологические решения.

*Практическая значимость работы* заключается в следующем:

- в экспериментальном определении гидравлической крупности в



свободных и стесненных ЖМК различного фракционного состава;

- в экспериментальном определении степень дезинтеграции конкреций при работе горнотранспортного оборудования;

- в разработке методики расчета основных параметров гидротранспортирования ЖМК по вертикальным трубопроводам.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждена теоретическими исследованиями, результатами лабораторных экспериментов, сопоставлением результатов теоретических и экспериментальных исследований с применением методов математической статистики. При этом среднеквадратичное отклонение расчетных и фактических значений параметров не превышало 3%.

#### **Общие замечания по работе.**

1. При анализе функциональных зависимостей скорости свободного падения твердых частиц в табл. 2.1 диссертант из литературных источников приводит значительное количество уравнений (21), хотя затем для сравнительной оценки с результатами экспериментальных исследований анализирует только 8. Поэтому остальные можно было бы только перечислить с указанием авторов.

2. Автор проводит стендовые испытания по дезинтеграции ЖМК различным гидроподъемным оборудованием грунтонасосом, эжектором, эрлифтом для глубин от 10 до 72 м. Однако, известно, что средняя глубина шельфовой зоны составляет 200 м, что и указывается диссертантом в работе (стр. 8 – автореферата, стр. 38 – диссертации). Поэтому непонятно чем руководствовался автор, выбрав для исследований значения этих глубин.

3. При исследованиях по дезинтеграции ЖМК за шламовую фракцию диссертант принимает размер конкреций по классу  $-5+1$  мм. Нормативные данные по этим фракциям, как нетоварной продукции в работе не приводятся.

4. При исследованиях по дезинтеграции автор указывает (стр. 17 автореферата), что «процесс дезинтеграции конкреций при работе грунтового



насоса в большей степени зависит от скорости вращения (~ 1500 об/мин) ...» хотя выпускаются грунтонасосы и с меньшим числом оборотов (700-800 об/мин).

5. В названии рис.4.2 (стр.132) «зависимость удельной энергоемкости от концентрации твердых частиц в гидросмеси при различной плотности» пропущено слово «при гидротранспортировании».

6. Из текста диссертации непонятно по какой методике были получены графики изменения удельной энергоемкости в зависимости от глубины море (рис.4.3).

### **Заключение.**

Несмотря на отмеченные замечания и рекомендации, диссертационная работа Козлова М. Ю. является завершенной научно-квалификационной работой, написанной на актуальную тему, в которой решены все поставленные задачи. Результаты исследований, выводы и рекомендации диссертанта обоснованы и достоверны, имеют научную и практическую значимость.

Основные результаты диссертации представлены в 16 опубликованных работах, в том числе в 5 статьях в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.


Автореферат соответствует содержанию диссертации. Текст диссертации и автореферата написан технически грамотным языком, хорошо иллюстрирован.

В целом, диссертационная работа «Совершенствование технологий гидроподъема при освоении шельфовых месторождений железомарганцевых конкреций на основе исследования гидродинамических процессов», отвечает требованиям ВАК при Минобрнауки России, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждённого Правительством РФ 24.09.2013 года №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Козлов Максим Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой



степени кандидата технических наук по специальности 25.00.18 –  
Технология освоения морских месторождений полезных ископаемых.

доктор технических наук, профессор  
кафедры «Геотехнологии освоения  
недр» Горного института  
Федерального государственного  
автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский  
технологический университет  
«МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)

 И. М. Ялтанец  
19.05.2016г.

Подпись Ялтанца Ивана Михайловича  
заверяю

  
**ПОДПИСЬ**  
Проректор  
по общим вопросам  
НИТУ «МИСиС»

**ЗАВЕРЯЮ**  
И.М. ИСАЕВ



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»). Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 6, тел. 8 (499) 230-24-78, e-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru), веб-сайт: <http://misis.ru>.