

Зам. директора ИО РАН по геологическому направлению  
Член-корр. РАН

«УТВЕРЖДАЮ»

Д.И. Побковский

24 мая 2016 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН) на диссертацию Козлова Максима Юрьевича «Совершенствование технологий гидроподъема при освоении шельфовых месторождений железомарганцевых конкреций на основе исследования гидродинамических процессов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.18 – Технология освоения морских месторождений полезных ископаемых.

М. Ю. Козлов представил в качестве кандидатской диссертации оригинальный заверченный научный труд на актуальную тему. Актуальность темы диссертации убедительно обоснована во Введении ссылками на Федеральный закон от 30.11.1995 №187-ФЗ (ред. от 02.05.2015), распоряжения Правительства РФ: от 08.12.2010 №2205-р и от 22.06.2015 №1143-р. Проведенное диссертантом исследование нацелено на решение ряда злободневных технологических и технических проблем, возникающих при освоении минеральных ресурсов шельфов России, предусмотренного перечисленными директивными документами.

Выбор в качестве объекта исследования шельфовых месторождений железомарганцевых конкреции (ЖМК) соответствует современным задачам освоения твердых полезных ископаемых шельфов РФ. Автор использовал технологическую пробу руды с единственного пока разведанного месторождения шельфовых ЖМК в Финском заливе. Теоретические разработки диссертанта и проведенные им эксперименты могут служить основой расчета ряда параметров при проектировании рациональной системы технических средств добычи не только на данном месторождении. Его рекомендации полезны также для планирования горноразведочных работ на других перспективных полях ЖМК шельфов РФ.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

- а) разработаны научно-методические рекомендации для экспериментального изучения скорости свободного падения ЖМК ;
- б) впервые определена гидравлическая крупность ЖМК в свободных и стесненных условиях;

в) установлены функциональные зависимости для определения скорости свободного и стесненного падения ЖМК;

г) выявлено влияние параметров несущей среды (температуры, солености воды) на скорость свободного падения ЖМК различных по форме и размеру;

д) установлено, что при различных способах гидроподъема ЖМК идет последовательный процесс их дезинтеграции и увеличение выхода шламовой фракции с содержанием марганца <5%;

е) разработана методика расчета основных параметров гидротранспорта ЖМК по вертикальным трубопроводам;

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

**Лично автором** проведен анализ теоретических и экспериментальных работ по определению гидравлической крупности различных твердых частиц при свободном и стесненном падении. Он разработал методику и провел эксперименты по определению скорости свободного падения ЖМК, а также степени их дезинтеграции при работе грунтонасосного, эрлифтного и эжекторного технологических комплексов. Им получены функциональные зависимости для определения скорости свободного и стесненного падения конкреций, разработана методика расчета основных параметров вертикального гидротранспортирования ЖМК. Проведена технико-энергетическая оценка технических средств добычи ЖМК в зависимости от глубины шельфовых месторождений.

**Основные научные и практические результаты исследований** приведены в главах 2-4 диссертации.

**Глава 2.** Предложена методика экспериментального изучения скорости падения ЖМК, которая позволила впервые определить гидравлическую крупность ЖМК при свободном и стесненном движении. Получена корректировочная функция скорости свободного падения, позволяющая уточнить расчетные величины. Выявлена зависимость скорости свободного падения от температуры и солености несущей среды (воды). Предложена методика расчета скорости стесненного падения ЖМК в пульпе, выражающая снижение скорости в зависимости от концентрации твердой фазы.

**Глава 3.** По разработанной автором методике экспериментально определена степень дезинтеграции ЖМК при работе различного гидротранспортного оборудования: грунтового насоса, эжектора и эрлифта. Установлено, что выход нетоварной мелкой

фракции максимальный при гидроподъеме с помощью грунтового насоса и минимальный при использовании эрлифта.

**Глава 4.** Разработанная диссертантом методика расчета позволила ему определить основные параметры гидротранспорта по вертикальным трубопроводам для железомарганцевых конкреций и дать технико-энергетическую оценку параметров различных технических средств их добычи (эрлифта, эжектора, грунтонасоса) в зависимости от глубины шельфовых месторождений. По данным автора наименее энергоемким является эрлифт, особенно при глубине более 10 м.

**Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций диссертационной работы** обеспечены использованием корректного математического аппарата при теоретических разработках; сходимостью результатов лабораторных экспериментов с расчетными и практическими данными. Полученные данные статистически достоверны, результаты экспериментов грамотно интерпретированы, а выводы логически обоснованы.

**Научная значимость** работы заключается в выявлении: а) функциональной зависимости гидравлической крупности ЖМК в свободных и стесненных условиях при различной температуре и солености воды; б) закономерностей дезинтеграции ЖМК при работе различных технических средств гидроподъема.

**Практическая ценность** работы заключается в разработке методических рекомендаций для расчетов гидродинамических параметров при проектировании технологических комплексов гидроподъема ЖМК на различных глубинах шельфа.

**Рекомендации ведущей организации по использованию результатов и выводов:**

1. Определение гидравлической крупности ЖМК позволяют ввести корректировку в расчеты технологических параметров гидроподъемных устройств.

2. Установленные зависимости скоростей свободного и стесненного падения ЖМК могут быть использованы при конструировании вакуумно-гидростатических и гидростатических пробоотборников.

3. Результаты исследования дезинтеграции ЖМК должны учитываться при выборе технических средств гидроподъема на глубинах до 100 м.

4. Технико-энергетическая оценка оборудования по удельной энергоемкости проведенная на основе предложенной методики расчета может быть рекомендована при проектировании систем гидродобычи ЖМК на шельфах.

**Качество оформления диссертации** хорошее. Работа Козлова М. Ю. изложена на 147 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 32 рисунка, 18

таблиц, список литературы из 82 наименований. Текст диссертации сбалансирован, иллюстрирован рисунками и таблицами. Рисунки информативны, лаконичны и хорошо доносят суть иллюстрируемой идеи. Таблицы наглядны, не перегружены несущественными деталями и служат полезным дополнением к тексту. Список литературы оформлен в соответствии с действующим стандартом. Автореферат и опубликованные работы полностью отображают содержание диссертации.

#### **Замечания к диссертационной работе.**

1. В подписи к рис.1.3, где показано «расположение полей ЖМК в акваториях морей России», отсутствует ссылка на источник информации. Показанные на карте обширные поля конкреций в Баренцевом море весьма сомнительны. Западная половина Баренцева моря относится к экономической зоне Норвегии и не может быть названа «морем России».

2. При описании результатов экспериментальных исследований по определению скорости стесненного падения частиц ЖМК, диссертант не поясняет, каким образом он добился объемной концентрации твердого материала (S) равной 10%.

3. В разделе 2.6 стесненность определяется коэффициентом  $k$ . Чему равна стесненность в опытных исследованиях?

4. В третьей главе сказано, что «в условиях морских глубин от 10 до 72 м идет процесс дезинтеграции ...». Почему выбран именно этот интервал глубин? Разве на других глубинах этого процесса нет?

5. В списке литературы из 82 наименований только одна работа (1954г. издания) зарубежного автора. Создается впечатление, что за последние 60 лет там никаких исследований по тематике диссертации не проводилось.

#### **Заключение.**

Диссертация Козлова М. Ю. является самостоятельной законченной научной работой, посвященной исследованию гидродинамических процессов технологий гидроподъема ЖМК. В ней дана хорошо обоснованная технико-энергетическая оценка работы гидротранспортного оборудования. Тема диссертации актуальна, полученные результаты характеризуются новизной, достоверностью и практической ценностью.

Основные результаты диссертации представлены в 16 опубликованных работах, в том числе в 5 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. По тематике исследований получен патент РФ на изобретение.

Диссертация «Совершенствование технологий гидроподъема при освоении шельфовых месторождений железомарганцевых конкреций на основе исследования гидродинамических процессов» полностью соответствует требованиям ВАК при

Минобрнауки России, предъявляемые 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. Приведенные выше замечания не влияют на высокую оценку работы.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета геологического направления ИО РАН, протокол заседания № 59 от 23 мая 2016г.

Доктор геолого-минералогических наук,  
профессор, главный научный  
сотрудник ИО РАН

Ивар Оскарлович Мурдмаа

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им.  
П. П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН),  
117218, Москва, Нахимовский пр., 36, тел./факс (499) 124-59-96, (499) 124-59-83; e-mail:  
[kancelyariya@ocean.ru](mailto:kancelyariya@ocean.ru), веб-сайт: <http://www.ocean.ru/>

*Задания Мурдмаа И.О. завершено.*

*Ученый секретарь ИО РАН*

