

## ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКОВОДНОЙ РАЗРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ PROSPECTS FOR DEEP-SEA MINING OF SOLID MINERALS

Малеванный Д.В., аспирант 2 г.о., кафедры ТТПиМ Санкт-Петербургского горного университета, г. Санкт-Петербург, s215051@stud.spmi.ru  
Malevanny D.V., Postgraduate student of the 2nd year, Department of ТТПаМ, St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, s215051@stud.spmi.ru

**Аннотация.** Оценена возможность разработки глубоководных месторождений твердых полезных ископаемых. Предложен способ отработки твердых полезных ископаемых (ТПИ), а именно железомарганцевых конкреций (ЖМК), залегающие как в шельфовой зоне прибрежных морей Российской Федерации, так и в глубоководных районах Мирового океана, а также произведен расчет производительности приведенного способа. Подробно описан вариант транспортирования ТПИ, без использования силового оборудования. Предложена методика расчета технических показателей транспортного элемента.

**Ключевые слова:** подводная добыча; конкреции; технические средства; транспортирование

**Abstract.** The possibility of developing deep-sea deposits of solid minerals was assessed. The method of mining of solid minerals (SO), namely iron-manganese concretions (IMC), lying both in the shelf zone of the coastal seas of the Russian Federation and in the deep-sea areas of the World ocean, is proposed, and the approximate performance of this method is given. Detailed description of the transportation option TPI, without the use of power equipment along the length of the pipeline. The method of calculation of technical parameters of the transport element is offered and some values are given.

**Key words:** underwater mining, nodules, equipments, working heads

**Введение.** Минерально-сырьевые запасы Мирового океана имеют огромный потенциал для освоения. Среди разведанных глубоководных твердых полезных ископаемых (ТПИ) огромный интерес представляют железомарганцевые конкреции (ЖМК), на разработку которых заключен контракт с Международной организацией по морскому дну (МОМД) в 2001 году. Участок расположен в глубоководных районах океана – Тихий океан, рудное поле Кларион-Клиппертон. Глубина залегания конкреций – от 4700 до 5200 м, большая часть рудной площади локализована в интервале глубин 4900–5000 м [1]. По ресурсному потенциалу и по содержанию полезных компонентов глубоководные ЖМК значительно превосходят шельфовые [2, 3].

Для разработки ТПИ на глубоководных месторождениях, необходимы надежные и эффективные средства механизации, обладающие достаточной производительностью и надежностью. Среди предложенных систем отработки, наиболее перспективными для промышленных масштабов, являются комплексы с погружной самоходной техникой [4].

Все добычные комплексы, использующие погружную самоходную технику, можно разделить на три составляющие: придонная оборудование с грунтозаборным рабочим органом; система доставки ТПИ на поверхность; судно-приемник для складирования конкреций. В настоящий момент представлено множество решений по придонному оборудованию и вспомогательному судну, которые способны обеспечить требуемую производительность [5–10].

В зависимости от рассматриваемой технологии, системы транспортирования подразделяются на два типа: поточная и цикличная. Поточная система обеспечивает про-

мышленную производительность, но является энергоемкой, в виду использования силового оборудования. Цикличная система более энергоэффективна, но не способна обеспечить требуемую производительность, так как процесс подъема и опускания на глубину 5000 метров может занимать около 2–3 часов. Следовательно, пока что нет систем доставки ТПИ, которые смогли бы обеспечить экономическую целесообразность добычного комплекса

Способ обработки. Одним из вариантов поточной системы являются комплексы, в состав которых входит промежуточная капсула с атмосферным давлением [9]. Такие системы являются перспективными, так как являются энергетически эффективными, за счет использования в качестве источника энергии постоянного гидростатического напора [11]. Недостатком являются насосы, размещенные вдоль трубопровода между капсулой и судном-приемником или в самой капсуле. Они обеспечивают слишком большую нагрузку на энергетическую составляющую системы.

Предлагаемый способ обработки, подразумевает исключение силовой составляющей из транспортного звена. Подъем гидросмеси осуществляется комплексом. Комплекс представляет собой плавсредство, размещенную на нем лебедку для спуска-подъема, разгрузочную установку. На лебедках подвешена полая капсула для транспортирования ТПИ. Между плавсредством и капсулой установлено воздушное сообщение путем трубопровода, вследствие чего полость капсулы заполнена атмосферным воздухом. Также, капсула соединена гибким трубопроводом и придонным бункером, для сообщения гидросмеси из бункера в капсулу. Придонный бункер соединен посредством перегружателей с грунтозаборным устройством, которое с помощью барабанного рабочего органа, взрыхляет почву с целью отделения конкреций от ила.

Технические показатели капсулы. Была разработана методика расчета некоторых показателей капсулы, необходимых для вычисления предельной производительности комплекса по транспортному звену. За исходные данные принимался объем капсулы, увеличение которого повысит производительность, но также и увеличит требуемую грузоподъемность лебедок, а, следовательно, и их размер, который не всегда представляется возможным разместить на палубе судна.

**Заключение.** По сравнению с другими системами разработки, предложенная система обладает рядом явных преимуществ: низкие энергозатраты на транспортирование, так как не используются насосы; обеспечение промышленной производительности, так как время опускания-подъема сравнительно мало с другими системами; отсутствие силового оборудования также приводит к большей надежности конструкции. Также возможно увеличение показателей производительности, посредством оптимизации некоторых процессов производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова А.М. Кайнозойский рудогенез в шельфовых областях России / А.М. Иванова, А.Н. Смирнов, В.И. Ушаков. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2005. – 168 с.
2. Добрецов В.Б., Рогалев В.А. Основные вопросы минеральных ресурсов Мирового океана. – СПб.: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, 2003. – 524 с.
3. Маховиков, Б.С. Анализ работы исполнительного органа машины для добычи конкреций на шельфе. Технология и механизация горных работ., сб. научных трудов. – М.: изд. АГИ, 1998.
4. Тимофеев, И.П. Шагающие машины для освоения ресурсов морского дна. – Л.: ЛГИ, 1987. – 176 с.
5. Медведков В.И., Незаметдинов А.Б., Кондаков Д.Ю., Сержан С.Л. Грунтозаборное устройство. Пат. РФ №2459083 МПК E21S 50/00, 2010. – Опубл. 20.08.2012.

6. Сержан, С.Л. Оснащение грунтозаборного устройства рабочим органом с объемным гидродвигателем. Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 10. – С. 39–42.

7. Сержан С. Л., Медведков В. И. Особенности энергообеспечения грунтозаборного устройства добычного комплекса для подводной добычи // Горное оборудование и электромеханика. – М., 2014. – № 10. – С. 23–29.

8. Ялтанец И.М., Егоров В.К. Гидромеханизация. Справочный материал. – М.: Издательство МГГУ, 1999. – 338 с.

УДК: 621.6

**АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
МАТЕРИАЛОВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ  
С ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ  
И ОСТАТОЧНЫМ РЕСУРСОМ**  
**ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF THE PHYSICO-CHEMICAL  
PROPERTIES OF POLYETHYLENE GAS PIPELINE MATERIALS WITH THEIR  
TECHNICAL CONDITION AND RESIDUAL LIFE**

Мельникова А.В., Доронин К.И., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Санкт-Петербург, melnikova\_av@pers.spmi.ru  
Melnikova Alena\*, Doronin Kirill, St. Petersburg Mining University, Saint Petersburg, melnikova\_av@pers.spmi.ru

**Аннотация.** Большое количество полиэтиленовых газопроводов в России нуждается в диагностике для определения их технического состояния. В работе рассматривается взаимосвязь между установленными в нормативных документах параметрами полиэтиленовых (ПЭ) труб для газопроводов и физико-химическими свойствами ПЭ с целью поиска критериев определения технического состояния и оценки ресурса действующих ПЭ газопроводов для обеспечения их безопасной эксплуатации.

**Ключевые слова:** полиэтиленовые трубопроводы, физико-химические свойства, техническое состояние.

**Abstract.** A large number of polyethylene gas pipelines in Russia require diagnostics to determine their technical condition. The paper presents the relationship between the parameters of polyethylene (PE) pipes for gas pipelines established in the regulatory documents and physical and chemical properties of PE in order to find criteria for determining the technical condition and estimating the resource of existing PE gas pipelines to ensure their safe operation.

**Key words:** polyethylene pipelines, physical and chemical properties, technical condition.

**Введение.** Начиная с 1980-х годов, в России массово вводились в эксплуатацию полиэтиленовые (ПЭ) газопроводы, и в настоящее время общая протяженность трубопроводов составляет более 300 тыс. км [1]. Материал имеет устойчивые прочностные и эксплуатационные характеристики, поэтому нормативный срок службы таких труб составляет 50 лет [2]. В ближайшее время возраст значительного числа ПЭ газопроводов достигнет этого значения. В связи с этим стоит задача разработки методики диагностирования технического состояния газопроводов и оценки их ресурса.

**Анализ взаимосвязи физико-химических свойств**

В настоящее время в соответствии с действующими стандартами ГОСТ Р 58121.1-2018 и ГОСТ Р 58121.2-2018 контролю подлежат геометрические, механические, теп-