

вания виброоборудования для работы на больших глубинах в условиях значительных гидростатических давлений, установление закономерностей перемещений твердых частиц и донного ила под влиянием вибрационного воздействия в водной среде и т.д. Выполнен анализ различных структурных и компоновочных схем размещения виброоборудования на рабочем органе с учетом ширины захвата, возможности преодоления препятствий, уравновешенности динамической системы подборщика и системы виброизоляции рабочего органа от несущей рамы.

На базе полученных результатов разработан способ добычи железомарганцевых конкреций и устройство для его осуществления [1] изготовлен экспериментальный образец вибрационного подборщика для добычи твердых полезных ископаемых дна океана и проведены его испытания в условиях двух полигонов, которые подтвердили работоспособность разработанной конструкции. Технические решения, осуществленные в конструкции подборщика, позволяют преодолеть ряд проблем, связанных с подводной добычей конкреций: 1) обеспечить нормальную экологическую обстановку в зоне добычи за счет локализации отделяемых илов в придонной области; 2) преодолевать препятствия высотой до 0,3 м, выступающие на слое донного ила; 3) расширить полосу сбора конкреций при незначительных энергетических затратах привода; 4) уменьшить механическое сопротивление движению подборщика за счет вибрационного взаимодействия рабочего органа с донными отложениями.

Литература

1. Патент № 2090755 РФ. МКИ²Е2/С 50/00 Способ добычи железомарганцевых конкреций и устройство для его осуществления/ В.Н.Потураев., А.Г.Червоненко, Г.А.Шевченко, Д.Е. Борохович// БИ.- 1997. № 26. – С.

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТА ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

Г.А. Шевченко, ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск

В связи с тенденцией к истощению запасов некоторых полезных ископаемых суши, важное значение в качестве крупного потенциального источника получения никеля, меди, кобальта, молибдена,

золота, железа и марганца приобретают месторождения полезных ископаемых дна Мирового океана (железо-марганцевые конкреции, кобальтоносные марганцевые корки, глубоководные сульфиды).

Промышленно развитые страны, начиная с 60-х годов, ведут интенсивные работы по подготовке к освоению месторождений полезных ископаемых Мирового океана. Возникающие при этом проблемы требуют создания специальных технических средств, способных работать при значительных гидростатических давлениях, в сложных рельефных условиях дна. Большие трудности возникают при создании глубоководного агрегата сбора твердых полезных ископаемых. В общем случае агрегат сбора должен включать оборудование, обеспечивающее выполнение следующих технологических операций: извлечение твердого полезного ископаемого с поверхности дна океана; отделение от ила; отсортировку и подачу полезного ископаемого требуемого размера в систему подъема. Возможно также включение в технологическую цепочку дробильно-измельчительного оборудования. При этом, в связи с ограниченностью пространства для размещения технологического оборудования энергоподачи и необходимостью использования оборудования с максимальной эффективностью, предпочтительным является совмещение выполнения возможно большего количества технологических операций в одном механизме. Такой концепции в значительной мере удовлетворяет вибрационный принцип добычи твердых полезных ископаемых, который в общем случае реализуется на вибрационном наклонном лотке, частично погруженном в поверхность дна океана. При направленной вибрации и перемещении лотка по дну, под действием вибрационных и контактных сил твердые полезные ископаемые отделяются от дна океана, извлекаются из донного ила и вибротранспортируются вверх по вибрационному лотку к системе подъема.

Вибрационная технология добычи твердых полезных ископаемых базируется по сравнению с другими способами на следующих преимуществах: вибрационные механизмы способны снижать механические сопротивления функциональным перемещениям и обладают пониженным энергопотреблением; возможностью совмещения в одном рабочем органе процессов сбора, транспортирования, разделения по крупности и отмыва частиц полезных ископаемых от донных отложений; беспрецедентной способностью не перемещать отмытые частицы ила при вибротранспортировании частиц полезного ископаемого. Последнее обстоятельство связано с физическими эффектами, возникающими при наложении направленного поля вибрационных сил на частицы полезного ископаемого и ила. Под действием

поля частицы полезного ископаемого отделяются от ила и вибротранспортируются из зоны добычи. В отличие от этого, частички ила практически не вовлекаются в вибротранспортирование, а размываются потоками жидкости, возникающими вследствие колебаний рабочего органа. Отсутствие вибротранспортирования донных осадков вызвано несопоставимо большей по сравнению с частицами полезного ископаемого площадью удельной свободной поверхности частичек ила. Поэтому определяющее влияние на их движение оказывают силы гидродинамического сопротивления жидкости, которые в меньшей мере, по сравнению с вибрационными силами, влияют на транспортирование частиц полезного ископаемого. Благодаря этому, при вибрационной технологии добычи отделение полезного ископаемого от осадков происходит непосредственно в зоне добычи, сразу же после захвата полезного ископаемого рабочим органом. Это способствует нормальной экологической обстановке в районе месторождения, так как после отделения донные осадки остаются на дне в зоне добычи. Сокращаются также непроизводительные энергозатраты на перемещение больших масс донных осадков, свойственные другим способам добычи.

По сравнению с другими типами механизмов аналогичного назначения, вибрационные отличаются простотой конструкции, легкостью обслуживания, хорошей ремонтпригодностью и взаимозаменяемостью узлов, что представляется важным при эксплуатации в условиях удаленности от промышленных баз и значительной стоимости хранения на судне запасного оборудования. Кроме того, в вибрационных машинах отсутствуют традиционные цепные, винтовые или ленточные тяговые органы, работа которых сопровождается интенсивным износом, вытяжкой и ударным нагружением.

Создание вибрационного оборудования для глубоководной добычи требует решения сложных научно-технических задач, среди которых наиболее важным являются: установление закономерностей виброперемещения твердых полезных ископаемых в жидкости и воздействия вибрации на двухфазную среду "жидкость - донные илы"; изучение динамического взаимодействия в системе "вибрационная машина - жидкость - дно океана"; разработка методов расчета динамики и прочности и принципов проектирования вибрационного оборудования для работы при больших гидростатических давлениях; создание эффективных систем виброизоляции оборудования, позволяющих значительно уменьшить передачу вибрации на несущую ме-

таллоконструкцию агрегата добычи; создание эффективных виброприводов, системы обнаружения и преодоления препятствий; системы управления.

В настоящей работе представлены результаты цикла исследований, позволяющих получить ряд качественных и количественных зависимостей и практические выводы, относящиеся к поставленным задачам. Исследована природа и закономерности формирования сил, действующих на вибрационный рабочий орган и частицы полезного ископаемого, а также распространения вибрации в водной среде. Разработан эффективный управляемый электрогидравлический вибропривод, на базе которого реализуется концепция создания системы обнаружения наезда рабочего органа на препятствие. Выполнены исследования характеристик упругих связей рабочего органа при больших гидростатических давлениях в водной среде, позволяющее обосновать использование существующих методов расчета параметров упругих систем вибрационных машин для глубоководного рабочего органа.

Разработан ряд структурных и компоновочных схем размещения виброоборудования на рабочем органе, отличающихся: шириной захвата обрабатываемой полосы сбора; различной степенью динамического уравнивания колеблющихся масс, возможностью преодоления препятствий, функциональным назначением вибромашин.

Исследованы закономерности вибротранспортирования твердых полезных ископаемых в водной среде, обоснованы параметры режима работы и геометрии грузонесущих органов.

Создан макет вибрационного рабочего органа (рис.1), исследовательские испытания которого проведены в 1987-1988 г.г. на Нижне-Чурбашском шламохранилище Камыш-Бурунского железорудного комбината в г. Керчи.

В результате установлено, что вибрационный рабочий орган обеспечивает: эффективный сбор твердых полезных ископаемых при движении агрегата добычи со скоростью до 0,1 м/с; обработку слоя донного ила толщиной до 0,35 м с регулированием толщины обрабатываемого слоя; полное отделение полезного ископаемого от ила; вибротранспортирование частиц полезного ископаемого при уникальной способности не транспортировать отмытые частички донного ила; совмещение во времени и пространстве процессов сбора, отделения от ила, разделение по крупности и транспортирования; удельную производительность сбора на единицу длины фронта рабо-

чего органа до 50,0 т/ч -м. при этом извлечение полезных ископаемых достигает 95%.

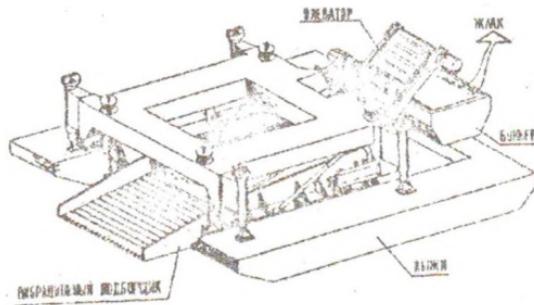
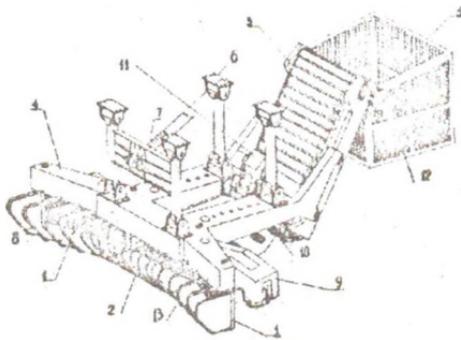


Рис.1. Макет вибрационного рабочего органа добычи рассыпных полезных ископаемых морского дна

На базе полученных результатов создан экспериментальный вибрационный рабочий орган добычи твердых полезных ископаемых дна океана (рис. 2). Технические решения, заложенные в конструкции рабочего органа, позволяют преодолеть ряд принципиальных проблем, возникающих при создании технических средств добычи твердых полезных ископаемых, в том числе:

- осуществлять отделение донных илов непосредственно в зоне добычи при локализации возмущенного ила в придонной области, что обеспечивает нормальную экологическую обстановку в районе месторождения;
- существенно улучшить массо-габаритные и энергетические показатели, благодаря сокращению непроизводительных энергозатрат на перемещение больших масс донного ила, свойственных альтернативным средствам добычи; идентифицировать и преодолевать препятствия, расположенные как в слое ила, так и выступающие над ним на высоту до 0,3 м;
- существенно улучшить ширину полосы обработки поля твердых полезных ископаемых, благодаря модульному принципу построения рабочего органа и возможности адаптивования к рельефу местности;
- значительно уменьшить механические сопротивления функциональным перемещениям рабочего органа, благодаря снижению реакции донных отложений при взаимодействии с вибрационным рабочим органом.

Проведены исследовательские испытания рабочего органа при моделировании сбора имитаторов рассыпных полезных ископаемых. Подтверждена работоспособность конструкции, высокая эффективность выполнения технологической операции по сбору имитаторов железомарганцевых конкреций. Определены направления по усовершенствованию узлов, механизмов и систем рабочего органа.



1 - виброрешетка; 2 - вибrolоток; 3 - элеватор; 4 - рама; 5 - приемный бункер; 6 - шарнирные стойки; 7 - гидроцилиндр; 8 - заборник; 9, 11 - электрогидравлические виброприводы; 10 - упругие связи; 12 - гидромотор.

Рис.2. Экспериментальный вибрационный рабочий орган добычи россыпных полезных ископаемых морского дна

Выполненные исследования позволяют заключить, что агрегат добычи с вибрационным рабочим органом обладает существенными техническими и экологическими достоинствами, находится на уровне мировых достижений в этой области и может рассматриваться как основа перспективного направления создания технических средств глубоководной добычи твердых полезных ископаемых Мирового океана. Получены новые качественные результаты, существенно расширяющие представления о процессах, происходящих при виброперемещении сыпучих материалов в жидких средах, которые найдут широкое применение в технологиях рудоподготовки и обогащения, связанных с вибрационной обработкой материалов в жидких средах.

Дальнейшее развитие работ в области создания вибрационного рабочего органа добычи твердых полезных ископаемых дна океана связано с отработкой конструкции, систем управления, обнаружения и преодоления препятствий.

Планируется также развить направление прикладного использования полученных результатов и повести изыскания и исследования по использованию вибрационной технологии для очистки песчаных прибрежных морских зон от различных, в том числе, твердых включений; для выемки и очистки от земли корнеплодов в сельском хозяйстве; для обогащения полезных ископаемых при переработке минералов.