

ДОБЫЧА ОКЕАНИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ ВЫЕМОЧНЫМ ОРГАНОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТИПА

В. Л. Дородный, НИПИоксанмаш. г. Днепропетровск

Освоение минеральных ресурсов дна Мирового океана представляется как одно из перспективных направлений получения новых источников сырья для постоянно растущего потребления цветных, чёрных, редких и благородных металлов.

Необходимость обеспечения потребностей промышленности в редких, цветных и благородных металлах в условиях быстрого развития научно-технического прогресса занимает важное место в ряде задач, стоящих сегодня перед всем мировым сообществом и перед народным хозяйством Украины.

В условиях интенсивной выработки месторождений с богатыми рудами, со снижением вероятности открытия новых крупных и уникальных месторождений на территории Украины возникает потребность в поиске альтернативы уже сложившимся способам и источникам добычи руд металлов. На сегодняшний день такой реальной альтернативой представляется разработка месторождений металлоносных образований, лежащих на дне морей и океанов.

В последние двадцать лет значительно увеличился объем морских научно-исследовательских и геологоразведочных работ по изучению возможностей использования запасов металлических руд, лежащих на дне океана.

Основным источником морских минералов, имеющих в обозримом будущем экономическое значение, являются железно-марганцевые конкреции и кобальтовые корки морских гор.

Наиболее изученными океаническими месторождениями являются железно-марганцевые конкреции, которые стали полигонами для создания технических средств и технологии разведки и добычи не только этого вида полезного ископаемого, но и для многих других океанических месторождений твердых полезных ископаемых.

Если на первых этапах было принято считать, что выемка могла проводиться со сравнительно высокими (до 60 %) потерями запасов в недрах без существенного влияния на уровень общих затрат, то

на сегодняшний день при росте затрат на геологоразведочный процесс и низкой степени извлечения конкреций из недр затраты на добычу увеличиваются почти вдвое. Такое положение требует пересмотреть подход и технологические требования к созданию выемочных технических средств в целях уменьшения потерь полезного ископаемого.

Извлечение конкреций из недр в не меньшей степени зависит от полноты покрытия площади поля конкреций фактическими проходками заходок выемочного агрегата, т.е. от технологических параметров разработки. Анализ существующих технических решений по снижению потерь в различных областях горной науки позволил сделать вывод о целесообразности применения валовой гидравлической выемки, такое решение представлялось как наиболее перспективное для наиболее полного извлечения конкреций из недр.

Целью научного исследования являлось установление параметров процесса валовой гидравлической выемки океанических конкреций при предварительном размыве, обеспечивающем максимальное извлечение запасов из недр.

Основная идея исследования состояла в том, что при определенных соотношениях гидравлических параметров размыва, механических и технологических параметров движения достигается наиболее полное извлечение гранул из донных осадков океана.

Под гидравлическими параметрами понимаются скорости размыва и всасывания, а под механическими - скорость перемещения агрегата и вероятность отклонения от заданной линии перемещения, под технологическими параметрами - ширина захвата, отношение ширины захвата к ширине заходки, т.е. ширины выемки к ширине заходки.

В отечественных и зарубежных исследованиях в процессе поиска технологических решений прорабатываются ряд направлений. В их числе предусматривается подъём конкреционных масс с помощью многоковшовых, гидравлических или самовсплывающих систем. Каждая из них имеет достоинства и недостатки, но окончательное решение может быть принято только после их апробации.

Исследования гидротранспортной системы подъема ведутся с начала 80-х годов. Созданы и испытаны различные конструкции выемочных агрегатов и движителей, но все они отличаются сравнительно высокими потерями запасов. В этих условиях, необходимо было предложить и изучить такой процесс выемки, который максималь-

но позволил бы повысить степень извлечения запасов конкреций из недр. Такой процесс целесообразно исследовать среди процессов размыва, так как при этом увлекается практически весь поверхностный конкрецциеносный слой океанического дна.

При этом учитывались следующие факторы:

- качество ведения горных работ на дне в нейтральных водах;
- невозможность повторной отработки месторождения, связанная с нарушением прочностных свойств вмещающих пород и нарушением условий залегания ЖМК при работе выемочного агрегата или добычной установки;
- необходимость высоких отчислений в Международный орган по морскому праву;
- ограниченность площади и времени, представляемого для разработки месторождения ЖМК;
- высокие экологические требования.

При этом, объектом исследования является процесс выемки ЖМК рабочим органом гидравлического типа из слоя малой мощности тонкодисперсного ила с установлением параметров технологии добычи ЖМК выемочным агрегатом при гидравлической системе подъема конкреций на полигонах, расположенных в Тихом океане, для разработки методик расчета и сравнения параметров технологии глубоководной добычи ЖМК при минимизации потерь полезного ископаемого и разубоживания, обеспечения максимально допустимой эксплуатационной производительности выемочного агрегата.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать изменение потерь при различных показателях выемки конкреций.
2. Выбор параметров процесса отработки залежи с учетом минимизации потерь.
3. Исследовать взаимосвязь производительности выемочного агрегата с конструктивными характеристиками машины.
4. Разработать рекомендации для конструирования выемочного агрегата в зависимости от принятой схемы отработки рудной залежи и проектирования технологии разработки месторождения ЖМК.

Применение гидравлических рабочих органов стало особенно необходимым из-за потребности резкого сокращения испрашиваемых площадей дна Мирового океана.

Автором была предложена модель гидравлического рабочего органа (ГРО), использующего для извлечения принцип гидравлического элеватора. Модель ГРО представляет собой соединение двух

элементов, придающих ГРО форму "сапога". Горизонтальный элемент имеет два отверстия - нижнее и верхнее. Они снабжены подвижными заслонками, позволяющими регулировать зазор отверстий. Верхнее отверстие служит для водозабора. Через нижнее отверстие происходит всасывание пульпы, состоящей из горной массы (ЖМК и ил) и воды. Горизонтальный элемент плавно соединяется с вертикальным, в средней его части, где находится отбойная решетка для выделения ЖМК из пульпы. Извлеченные конкреции накапливаются в поддоне, расположенном в нижней части вертикального элемента. Для создания гидравлического потока к выходному патрубку модели ГРО подсоединяется водяной насос. Такое устройство должно было резко увеличивать извлечение из недр ЖМК по сравнению с другими.

Величина коэффициента извлечения зависит от горно-геологических условий залегания месторождения, технических условий его разработки, принятой технологии работ по добыче, транспортировке и переработке полезного ископаемого, совершенства конструктивного исполнения комплекса горнодобывающего оборудования. Названные выше факторы в разных условиях по-разному оказывают влияние на величину коэффициента извлечения.

При разработке методики количественной оценки прогнозных ресурсов и запасов ЖМК целесообразно учесть новизну технических средств обеспечения и сложность процессов добычи таким образом, чтобы при делении прогнозных ресурсов на балансовые и забалансовые к последней категории были отнесены продуктивные площади, обработка которых технически или технологически невозможна, а также экономически нецелесообразна.

Для условий добычи ЖМК со дна Мирового океана определим коэффициент, исходя из предположения, что общая схема добычного комплекса представляет собой: самоходный выемочный агрегат (ВА), который осуществляет извлечение ЖМК из недр и направляет их в гибкий трубопровод; бункер-накопитель на нижнем конце вертикального трубопровода, связанный посредством гибкого трубопровода с ВА; вертикальный трубопровод, обеспечивающий подачу ЖМК на специальное судно-носитель на поверхности океана. Разработка рудного поля ЖМК осуществляется ВА полосообразными заходками с использованием различных схем обработки.

При этом стремятся охватить такими заходками как можно большую площадь, совмещая смежные границы заходок. Ориентация и управление работой ВА осуществляется с помощью глубоководной навигационной системы.

Все потери, связанные с разработкой рудного поля добычным комплексом, можно разделить на две группы:

1. Потери, не оказывающие влияние на производительность добычного комплекса.

2. Потери, влияющие на производительность добычного комплекса, т.е. потери на полосе выемки и при последующих технологических операциях.

Знание других особенностей и условий залегания конкреций позволяют смоделировать в лабораторных условиях массив и горную массу, состоящую из конкреций и осадков, аналогичных естественному массиву по основным физико-механическим свойствам.

В качестве илистого основания использовался ил, поднятый из Нижне-Чурбашского озера на Керченском испытательном полигоне НИПИокеанмаш.

Для установления закономерностей выемки конкреций гидравлическими рабочими органами необходимо было выявить:

1. Зависимость полноты выемки от зазора всасывающего отверстия и соотношения площадей водозаборного и всасывающего отверстий.

2. Влияние скорости буксировки гидравлического рабочего органа на коэффициент извлечения.

3. Место и величина потерь, образующихся при выемке конкреций ГРО.

Для различных скоростей буксировки были проведены отдельные серии опытов для нахождения коэффициента извлечения. Число серий опытов равнялось четырем - соответственно для скоростей 0,04; 0,06; 0,08 и 0,10 м/с.

Были проведены оценочные опыты по определению коэффициента извлечения для различных зазоров между илистым основанием и моделью ГРО. Наибольшее его значение было получено при минимальном зазоре, то есть когда величина зазора стремилась к нулю. В дальнейшем изучение процесса выемки ЖМК моделью ГРО производилось при зазоре равным нулю.

Полученные результаты обрабатывались согласно разработанной методики. В результате были получены статистические данные, которые позволили с помощью стандартной программы на ЭВМ получить формулы, устанавливающие оптимальное значение коэффициента извлечения для различных скоростей буксировки [1]. Корреляционное отношение для полученных зависимостей не ниже 0,985.

На основании проведенных исследований при моделировании ГРО можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментальные исследования модели гидравлического рабочего органа показали работоспособность его конструкции.

2. В зависимости от скорости транспортирования модели ГРО, которая изменялась от 0,04 до 0,10 м/с, коэффициент извлечения конкреций на моделируемом поле составил 0,93 - 0,98, а коэффициент разубоживания горной массы - 0,83 - 0,89 при оптимальном зазоре всасывающего отверстия.

3. Изменение отношения площадей водозаборного и всасывающего отверстий от 1,5 до 2,5 приводит соответственно к уменьшению коэффициента извлечения при фиксированной скорости перемещения модели ГРО. Так при скорости 0,08 м/с коэффициент извлечения уменьшался с 0,98 до 0,75.

4. Количественные показатели и характерные взаимосвязи параметров, определенные в процессе испытаний модели ГРО, могут быть использованы при проектировании опытного образца добычной установки.

5. Увеличение скорости буксировки модели ГРО приводит к ухудшению процесса выемки конкреций, особенно при скорости более 0,08 м/с.

Аналитические расчёты показывают, что ширина заходки должна быть не менее 18-20 м [1].

Сравнительный технико-экономический анализ добычных комплексов для разработки месторождения ЖМК с различной годовой производительностью и двумя системами подъёма показал, что наименьшую себестоимость добычи 1 т руды за весь срок эксплуатации месторождения ЖМК обеспечивает комплекс, имеющий годовую производительность, обеспечивающую годовое максимально допустимое производство никеля 46500 т, что соответствует добыче 4,1 млн.т сухих конкреций [2].

Выбор системы подъёма для обычного комплекса осуществить затруднительно, так как разница между ними по показателю затрат находится в пределах точности расчётов.

На основании проведенных исследований сделаны следующие основные выводы и рекомендации:

1. При создании технических средств выемки гидравлическими рабочими органами с предварительным размывом для обеспечения минимальных потерь полезного ископаемого (железо-марганцевых конкреций) проектируемая скорость размывающего потока должна быть в 1,5-1,7 раза выше скорости всасывания конкреций.

2. Скорость перемещения выемочного агрегата должна быть минимально возможной по условиям его стабильного положения на поверхности осадков, обеспечения требуемой производительности и минимальности разубоживания при выемке конкреций. Расчётная величина этой скорости составляет 220 м/час.

3. Ширина заходки выемочного агрегата должна не менее, чем в двое, превышать точность определения положения выемочного агрегата на поле конкреций. При этом при ширине заходки 18-20 м и длине поля около 5000 м точность привязки должна быть 0,2 %.

4. Экспериментально установлено, что при использовании предложенного устройства для валовой гидравлической выемки не наблюдается изменение извлечения при колебании содержания конкреций $\pm 50\%$ от среднего.

Литература

1. Дородный В.Л. Извлечение металлоносных конкреций при разработке глубоководных месторождений Мирового океана. - М.: 1990.- 15 с. - Деп. в Черметинформация 10.06.90, № 5485.
2. Дородный В.Л. Методика определения производительности добычных комплексов для разработки месторождений твердых полезных ископаемых Мирового океана. - М.: 1990.-11 с. Деп. в Черметинформация 10.06.90, № 5486.

О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ВИБРОМАШИН ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Г.А. Шевченко, ИГТМ НАН Украины, г. Днепрпетровск

Введение

В работе рассматривается динамика вибротранспортной машины, предназначенной для транспортирования твердых полезных ископаемых (ТПИ) в безграничной идеальной жидкости. Исследовано влияние жидкости на характер вибротранспортирования материальной частицы конечных размеров, моделирующей отдельный кусок ТПИ, и на выбор параметров колебания рабочего органа, обуславливающих динамическую нагруженность машины в режимах вибротранспортирования машины с отрывом от рабочей поверхности. Анализ динамики машины показал, что при работе в безграничной идеальной жидкости могут быть существенно снижены динамические усилия и напряжения в элементах конструкции за счет уменьшения по сравнению с транспортированием в пустоте перегрузки, необходимой для достижения высокой скорости вибротранспортирования [1-6].

Вибротранспортирование

Прежде всего, рассмотрим поведение материальной частицы на плоскости, совершающей колебания в безграничной жидкости по заданному закону $y(t) = A \sin \omega t$, где A - амплитуда поперечных колебаний плоскости, ω - круговая частота колебаний, t - текущее время.