УДК 622.271.5

**Д.В.СМИРНОВ**
*Санкт-Петербургский государственный горный институт* (*технический университет*)

# ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИДОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В настоящее время в России не хватает марганцевой руды. Источником марганца могут являться залежи железомарганцевых конкреций Балтийского моря. Создано несколько конструкций для разработки ресурсов морского дна, но они имеют ряд недостатков. Разработан новый агрегат с промежуточными приводами для разработки придонных месторождений Балтийского моря.

Currently Russia experiences a significant shortage of manganese ores. Deposits of ferromanganese nodules of the Baltic Sea can be used as a source of manganese. Several designs of equipment to develop resources at the sea-bottom have been created, but all of them have a number of disadvantages. An innovative unit with intermediate drives to mine bed deposits of the Baltic Sea has been developed with these disadvantages taken into account.

Преимущества месторождения железомарганцевых конкреций (ЖМК) Балтийского моря – малая удаленность от берега и, как следствие, от крупного промышленного города Санкт-Петербурга, малая глубина залегания (до 100 м). Плотность залегания конкреций до 30 кг/м$^2$, месторождения ЖМК рассыпные горизонтальные, углы падения до 2,5-3,0 град, без покрывающих пород.

Форма конкреций весьма разнообразна: овальная, лепешковидная, шаровидная, почкообразная и коркообразная. Средняя плотность конкреции составляет 2,4 г/см$^3$. Состав ЖМК следующий: марганец – 25 %; железо – 14; никель – 1,9; кобальт – 0,4; медь – 0,5. Конкреции содержат и некоторые редкоземельные металлы. Например, таллия в них в 50-100 раз больше, чем в известных наземных месторождениях.

Данные по Балтийскому морю: содержание $MnO_2$ от 16 до 53 %, в среднем 34 %; размеры кусков от 1-2 до 30 мм; мощность слоя от 3 до 50 см (преобладающее значение 10-30 см); содержание конкреций в слое 60-80 %; минимальная плотность конкреций по площади 15-20 кг/м$^2$, максимальная 40-50 кг/м$^2$, средняя 30 кг/м$^2$ [1].

Существует множество конструкций придонных агрегатов для добычи полезных ископаемых со дна морей. Рассмотрим некоторые из них.

Драга состоит из судна обеспечения, цепи с ковшами, цепного привода. Недостатком данного агрегата является низкая производительность, связанная с малой наполняемостью ковшей [2].

Скреперная драга-волокуша состоит из судна обеспечения, баржи для отвоза добытого полезного ископаемого, короба для сбора полезного ископаемого, тягового троса. Недостатками данного агрегата являются: тяжелая конструкция, сильное нарушение экологии дна, извлечение большого объема пустой породы, цикличность работ [1].

Землесос состоит из понтона, клюзов для подводного вывода тросов, грунтового насоса, лебедки подъема всасывающего грунтопровода, привода грунтового насоса, погружного грунтового насоса, гидравлического разрыхлителя, всасывающего грунтоприемника. Недостатками данного агрегата являются: большая замутненность в зоне работы; зависимость от погодных условий и, как следствие, от плавсредств; сложность конструкции [2].

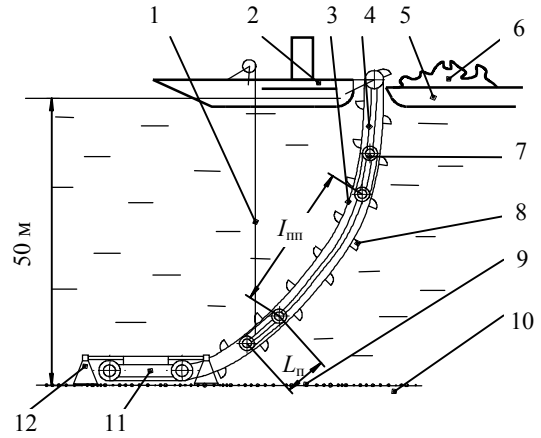



Рис.1. Конструктивная схема придонного добычного комплекса
1 – канат для спуска-подъема добычной транспортной системы; 2 – судно обеспечения; 3 – лента; 4 – несущая труба; 5 – баржа; 6 – добытые ЖМК; 7 – промежуточный привод; 8 – ковш; 9 – железомарганцевые конкреции; 10 – дно; 11 – придонный шагающий агрегат; 12 – опорный стол

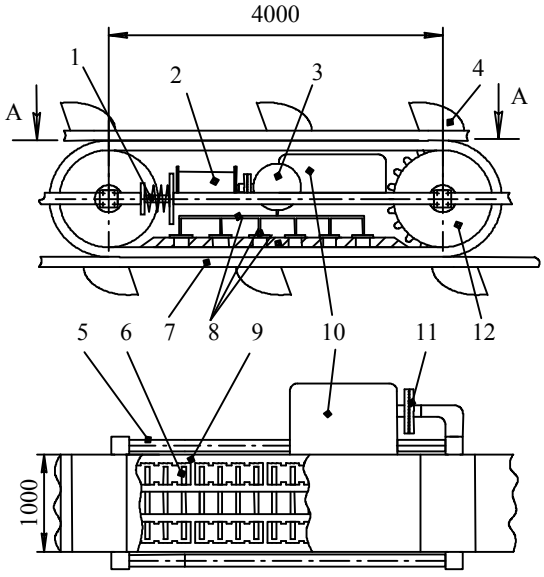



Рис.2. Промежуточный привод
1 – отжимное устройство;2 – электродвигатель; 3 – насос; 4 – ковш; 5 – рама; 6 – штырь; 7 – транспортирующая лента; 8 – устройство для создания разряжения между лентами; 9 – тяговая лента; 10 – редуктор; 11 – муфта; 12 – приводная звездочка

Предложенная конструкция (рис.1) позволяет преодолеть недостатки агрегатов. Она может быть создана на основе шагающей машины [3]. В качестве рабочего и транспортирующего органа принята лента с ковшами нулевой плавучести. Для увеличения тягового усилия используются промежуточные приводы. Они расположены на трубе 4, которая при необходимости может удлиняться для установки бльшего количества приводов при работе на бльших глубинах и имеет шарнирное соединение с судном для спуска-подъема.

Промежуточный привод (рис.2) имеет устройство для создания разряжения 8 между тяговой 9 и транспортирующей 7 лентами. В качестве транспортирующей ленты представлена конвейерная лента с присоединенными к ней ковшами. Тяговая лента имеет специальную конструкцию, помимо отверстий, из которых откачивается вода для создания разряжения, имеются вставные штыри 6, которые входят в зацепление с приводной звездочкой 12, создавая тем самым необходимое тяговое усилие.

Достоинствами данного агрегата являются: легкость конструкции; упрощение конструкции судна и придонного агрегата; большое тяговое усилие; возможность работы на больших глубинах.

Результат укрупненного расчета параметров механизма представлен ниже:

| Количество приводов | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| $l_к$, м | 1,32/1,70 | 0,85/1,09 | 0,61/0,78 |
| $q_{гр}$, кг/м | 490/381 | 767/597 | 1068/832 |
| $Q$, т/ч | 881,8/686,6 | 1365,3/1063,1 | 1923,9/1498 |
| $S_{max}$, кН | 148,7/148,7 | 102,6/102,6 | 79,4/79,4 |
| $F$, кН | 146,7/146,7 | 100,6/100,6 | 77,4/77,4 |

*Примечание.* $S_{разр}$ – разрывное усилие ленты, кН; $S_{разр}$ = 1500 кН – в числителе; $S_{разр}$ = 1200 кН – в знаменателе; $l_к$ – расстояние между ковшами, м; $q_{гр}$ – удельный вес груза, кг/м; $Q$ – производительность, кг/ч; $S_{max}$ – максимальное тяговое усилие, кН; $F$ – необходимое тяговое усилие промежуточного привода, кН.

Производительность системы:

$$Q = 3600\rho E_к K_н \frac{v_п}{l_к},$$

где $l_к$ – расстояние между ковшами, м.

Коэффициент запаса прочности $m_ф = S_{разр}/S_{max} > [m_ф]$.

В расчете были приняты резинотросовые ленты РТЛ-1500 и РТЛ-1200 с разрывным усилием 1500 и 1200 кН соответственно.

Максимальное натяжение ленты:

$$S_{max} = S_{max-1} + L_{пп} g[(q + q_л + q_к)w\cos\beta + \sin\beta],$$

где $q_л$ и $q_к$ равно нулю, так как в данном случае используется лента с нулевой плавучестью.

Усилие промежуточного привода

$$F = S_{max} - S_0.$$

Длина промежуточного привода

$$L_{пп} = \frac{L - L_п n}{n + 1},$$

где $L$ – длина участка подъема, м; $L_п$ – длина привода, м; $n$ – число приводов.

При одном приводе $L_{пп} = 48$ м; при двух приводах $L_{пп} = 30{,}7$ м; при трех приводах $L_{пп} = 22$ м.

На основе выбора параметров допустимого коэффициента запаса прочности $m_ф = 7$ и разрывного усилия $S_{разр} = 1500$ кН (или 1200 кН), были построены графики зависимости производительности от расстояния между промежуточными приводами $Q = f(L_{пп})$ (рис.3).

В настоящее время ведется более детальный расчет конструкции и ее параметров, но уже можно сказать, что рациональнее использовать конструкцию данного агрегата для добычи полезных ископаемых с больших глубин.

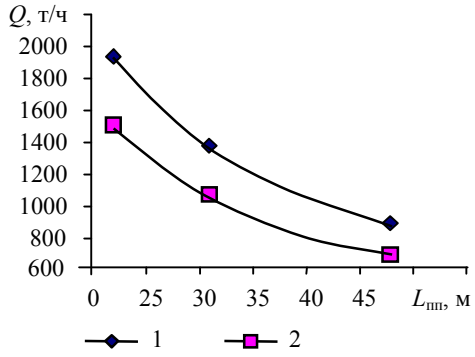



Рис.3. График зависимости производительности от расстояния промежуточного привода
1 – $S_{разр} = 1500$ кН; 2 – $S_{разр} = 1200$ кН

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Добрецов В.Б.* Основные вопросы освоения минеральных ресурсов мирового океана / В.Б.Добрецов, В.А.Рогалев; МАНЭБ. СПб, 2003.

2. *Лобанов В.А.* Справочник по технике освоения шельфа. Л.: Судостроение, 1983.

3. *Тимофеев И.П.* Шагающие машины для освоения ресурсов морского дна / ЛГИ. Л., 1987.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Д.А.Юнгмейстер*