

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ГИДРОСМЕСИ В ПРИДОННОЙ ЗОНЕ

Предлагается способ повышения эффективности гидромеханизированной добычи железомарганцевых конкреций Балтийского моря. Объектом исследования являются процессы, протекающие в перфорированной вставке, располагаемой за силовым агрегатом в придонной зоне и предназначенной для удаления излишков воды и шлама. Описана конструкция перфорированного патрубка и связь его длины с параметрами процесса добычи. Представлены конструктивная схема лабораторного стенда, данные, полученные при проведении эксперимента, и результаты их первичной обработки.

It is offered the way of increasing of efficiency of hydro-mechanized mining of iron-manganese deposits in Baltic Sea. The objects of study are processes, running in perforated insert, placed behind the power unit close to the bottom zone and intended for removing of excess of water and slime. The work contains a theoretical and an experimental part. In the theoretical part it is offered the design of a perforated element and is mathematically described the relationship between its length and parameters of process of mining. In the experimental part there are presented the constructive scheme of laboratory stand, data, experimental data and results of their primary processing.

Гигантский скачок в развитии науки и техники в последние годы дает возможность добраться до недоступных прежде богатств морей и океанов и разрабатывать их. Добыча некоторых видов полезных ископаемых, залегающих на морском дне, экономически выгоднее, чем на суше. Эта выгода обеспечивается рядом преимуществ такого рода разработок, например, при разработке подводных месторождений не нужны подъездные пути, многие из таких месторождений не нуждаются в оборудовании отвалов и различного рода хранилищ. При морской добыче твердых полезных ископаемых отсутствует необходимость в проведении больших, трудоемких и дорогостоящих взрывных работ.

Предприятия подводной добычи являются рентабельными за счет применения высокопроизводительных гидравлических и гидромеханических методов разработки. Создание принципиально новых технических средств позволит существенно повысить эффективность добычи полезных ископаемых морей и океанов.

Для повышения эффективности гидромеханизированной добычи железомарганце-

вых конкреций Балтийского моря предлагается использовать усовершенствованную конструкцию напорного трубопровода, суть которой заключается в том, что на его начальном участке, за силовым агрегатом, устанавливается перфорированный патрубок с переменной площадью поперечного сечения по его длине и с уменьшением этой площади в сторону от силового передвижного агрегата (рис.1). Перфорация устройства обеспечивает удаление воды и шлама из его полости.

В связи со сложностью изготовления конического патрубка достаточной длины предлагается использовать патрубок, диаметр которого уменьшается в сторону от добычного агрегата ступенчато. Такая конструкция устройства снабжена фланцами, причем фланец каждого участка меньшего диаметра выполнен по внутреннему периметру с коническим скосом в сторону меньшего диаметра патрубка.

Радиальные отверстия в патрубке могут иметь одинаковый диаметр на всех его ступенях, либо различный, с постепенным его уменьшением при переходе на меньший

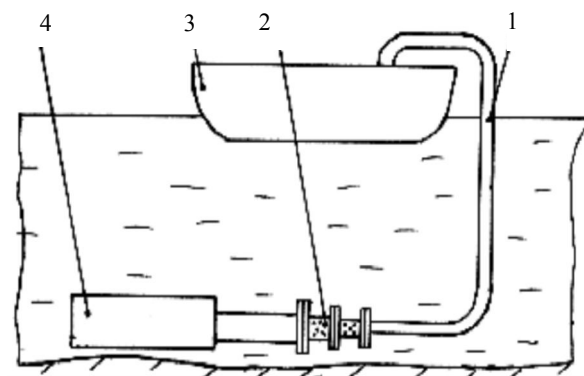


Рис.1. Устройство для добычи конкреций с морского дна
1 – основной участок пульпопровода;
2 – устройство для сгущения и обесшламливания гидросмеси; 3 – базовое судно; 4 – силовой агрегат

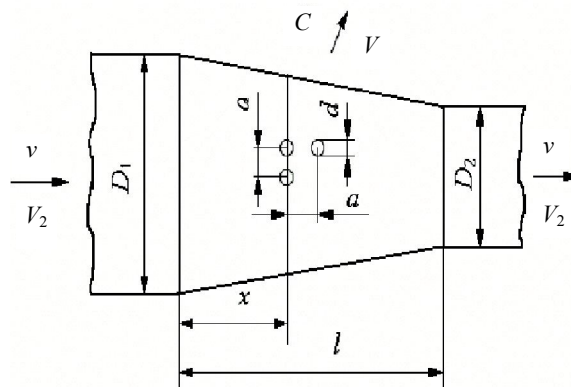


Рис.2. Расчетная схема к определению параметров устройства для сгущения и обесшламливания гидросмеси
 V_1 и V_2 – расход гидросмеси в начале и конце перфорированного участка пульпопровода;
 V – расход удаляемой из пульпы воды со шламовыми частицами

диаметр патрубка. Максимальный размер отверстий не должен превышать минимального размера частиц кондиционной фракции добываемых конкреций.

Устройство для сгущения и обесшламливания позволяет существенно снизить энергоемкость транспортирования конкреций, уменьшить мощность силовой установки, уменьшить диаметр, металлоемкость и стоимость напорного трубопровода, улучшить экологическую обстановку в зоне добычи конкреций.

Расчет параметров перфорированной вставки производится по схеме на рис.2.

Процесс снижения влаго- и шламодержания пульпы обеспечивается за счет незначительного избыточного давления, создаваемого грунтовым насосом.

Длина перфорированного участка пульпопровода с другими параметрами добычного комплекса связана следующим уравнением:

$$l = \frac{8V_S(S - S_0)\lambda^2}{\pi^2 SS_0(D_1 + D_2)C} = \frac{8V_S(S - S_0)\lambda^2}{\pi^2 SS_0(D_1 + D_2)\mu \sqrt{2\left(\frac{P_n}{\gamma_0} - gH\right)}}$$

где V_S – объемная производительность по конкрециям, м³/ч; S, S_0 – концентрации гидросмеси на основном участке пульпопровода и гидросмеси, захватываемой грунтовым насосом из подводного забоя; D_1, D_2 – начальный и конечный диаметры перфорированного участка пульпопровода, м; C – скорость истечения воды со шламовыми частицами через отверстия на перфорированном участке пульпопровода, м/с; μ – коэффициент расхода жидкости через отверстия на перфорированном участке пульпопровода; P_n – напор, создаваемый грунтовым насосом, Па; H – глубина водоема, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; $\lambda = a/d$ – коэффициент; a и d – шаг расстановки и диаметр отверстий.

Для проведения лабораторного эксперимента разработана методика экспериментальных исследований, сконструирован и изготовлен стенд гидротранспорта, который включает: резервуар с «гидросмесью», имеющий три положения по высоте для создания избыточного напора; вентиль, перекрывающий доступ гидросмеси в напорный трубопровод; патрубок постоянного подвода воды. Перфорированный патрубок располагается в придонной зоне резервуара – «водоема» размером 1000×600×1000 мм. Основной участок трубопровода с вентилем

Результаты эксперимента

Избыточный напор ΔH , м	Суммарная площадь отверстий, мм^2	Уровень воды в резервуаре «водоем», м			Время эксперимента t , с	Уровень воды в приемном резервуаре, м
		начальный	конечный	разница		
2,45	226,2	0,55	0,60	0,05	54,1*	0,292*
	301,6	0,55	0,60	0,05	41,5	0,220
	375,0	0,55	0,60	0,05	35,0	0,191
1,93	226,2	0,55	0,60	0,05	62,5	0,313
	301,6	0,55	0,60	0,05	46,9	0,262
	375,0	0,55	0,60	0,05	40,0	0,200
1,56	226,2	0,55	0,60	0,05	78,5	0,384
	301,6	0,55	0,60	0,05	59,2	0,278
	375,0	0,55	0,60	0,05	46,3	0,453

* В столбцах указаны средние значения десяти опытов.

сообщается с приемным резервуаром – «базовым судном» размером 470×420×800 мм. Все резервуары имеют средства измерения уровня жидкости, поплавкового типа. Экспериментальные исследования проведены со сменными патрубками при соотношениях начального и конечного диаметров, D_1/D_2 : 50/32, 50/40, 50/50 и при различных значениях избыточного давления.

Данные, полученные в результате эксперимента для одного патрубка с параметрами $D_1 = 50$ мм, $D_2 = 32$ мм, $d_{\text{отв}} = 2$ мм, представлены в таблице.

В результате экспериментальных исследований процесса сгущения установлены зависимости расхода воды через отверстия перфорированного патрубка от его геометрических параметров (суммарной площади

F отверстий на поверхности перфорированного патрубка, диаметра отверстий, отношения начального D_1 и конечного D_2 диаметров перфорированного патрубка) и от избыточного давления, создаваемого напорным резервуаром. Также установлена зависимость интенсивности водоотделения от избыточного давления (рис.3).

На основании результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Перфорация напорного трубопровода вблизи силового агрегата позволяет сгустить гидросмесь непосредственно в придонной зоне.

2. Отношение объема жидкости, истекающей через отверстия перфорированного патрубка Q к объему жидкости, транспортируемой в приемный резервуар Q' , от избыточного давления ΔP и от суммарной площади F отверстий патрубка определяются линейными зависимостями вида

$$Q/Q' = K_1 + K_2 \Delta P; \quad Q/Q' = K_3 + K_4 F,$$

где $K_1 = 0,8$; $K_2 = 0,26$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 0,535$.

3. Интенсивность водоотделения прямо пропорциональна суммарной площади отверстий на поверхности патрубка.

4. Коэффициент расхода μ при истечении жидкости через отверстия перфорированного патрубка, рассчитанный по значениям параметров, приведенных в таблице, варьируется в пределах 0,31-0,35 и мало зависит от избыточного давления и геометрических параметров патрубка.

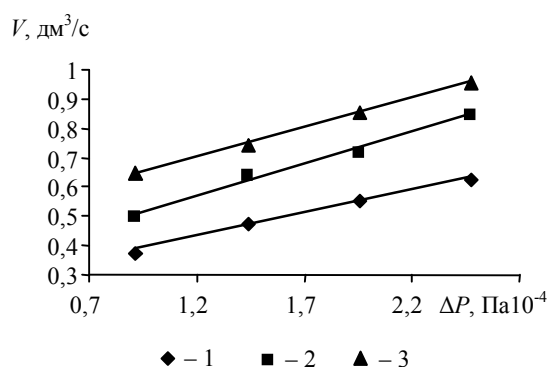


Рис.3. Зависимость интенсивности водоотделения от избыточного давления, создаваемого напорным резервуаром

1 – $F_{\text{отв}} = 226,2 \text{ мм}^2$, 2 – $F_{\text{отв}} = 301,6 \text{ мм}^2$,
3 – $F_{\text{отв}} = 375,0 \text{ мм}^2$