

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЭРЛИФТНЫХ ГИДРОПОДЪЕМОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

**Евтеев В.В., аспирант, Хворостяной Н.Н., студент**

*(Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина)*

Интенсификация объемов добычи полезных ископаемых привела к резкому сокращению объемов сырьевой базы континентальных месторождений. При этом на глубоководных участках океанического дна обнаружены залежи полиметаллических руд, железомарганцевых конкреций, сульфидов, кобальто-марганцевых корок и т.д.

Объектом исследования являются процессы транспортирования твердых частиц в глубоководном эрлифтном гидроподъеме (ГЭГ).

Снарядная структура течения (ССТ) характеризуется поочередным прохождением жидкостных пробок и газовых снарядов, перекрывающих живое сечение трубопровода, и распространяется на 65-75 % длины подъемной трубы ГЭГ. Ввиду уменьшения давления в направлении подъема, газовые снаряды, расширяясь, удлиняются (до десятков диаметров трубопровода) и ускоряются, т.е. их скорость приобретает за счет потери плотности. Экспериментально установлено, что набравшая скорость в жидкостной пробке твердая частица, попав в газовый снаряд, может резко замедлить подъем, а при определенных условиях полностью потерять скорость, либо даже перейти к нисходящему движению [1]. Исследования влияния крупности сферических твердых частиц с характерной для железомарганцевых конкреций плотностью на характер их транспортирования в многокомпонентном потоке при ССТ показали, что крупные частицы диаметром 0,1÷0,12 м совершают циклическое движение, характеризующееся нисходящей фазой в газовых снарядах. Следовательно, движение твердых частиц в зависимости от их физико-механических характеристик приобретает циклический характер, что при определенных условиях может приводить к аккумуляции твердого материала в подъемной трубе эрлифта.

Таким образом, снарядная структура течения представляет наибольшую опасность срыва (кризиса) устойчивого транспортирования твердых частиц, вследствие возникновения которого, питающая эрлифт пневматическая энергия будет расходоваться только на подъем морской воды.

Целью данной работы является исследование влияния динамики крупных тяжелых твердых частицы при снарядной структуре течения на основные параметры ГЭГ.

Для достижения поставленной цели, с использованием разработанного программно-алгоритмического обеспечения были выполнены расчеты основных расходных параметров ГЭГ с учетом и без учета динамики крупных твердых частиц, совершающих циклическое движение в подъемной трубе при ССТ. Наиболее существенные результаты расчетов ГЭГ производительностью 100 000 т/год или 7,78 кг/с по минеральному сырью выборочно представлены на рис. 1. Сплошные линии отображают результаты расчетов, полученных с учетом динамики крупных твердых частиц при снарядной структуре течения, а пунктирные – без учета. При этом одинаковые первые цифры порядковых номеров изображенных на графиках кривых соответствуют одинаковым исходным данным.

На рис. 1, а) отображены зависимости изменения массового расхода воздуха  $M_z$  от величины расходной концентрации твердого компонента в пульпе  $\varphi_T$  при транспортировании минерального сырья с глубины 6 000 м. Результаты расчета, выполненного с учетом динамики крупных твердых частиц, характеризуются

увеличением массового расхода воздуха на 6-8 % по сравнению с аналогичными результатами, выполненными без учета данного фактора.

На рис. 1, б) приведены расходные характеристики ГЭГ для следующих глубин разработки месторождения:  $H_p = 6\ 000; 5\ 000; 4\ 000$  и  $3\ 000$  м (соответствующие кривые 1.1, 1.2; 2.1, 2.2; 3.1, 3.2 и 4.1, 4.2). Графики показывают, что увеличение расхода твердого материала приводит к увеличению требуемого на его поднятие расхода воздуха. Учет влияния динамики крупных твердых частиц приводит к увеличению требуемого массового расхода воздуха на 7-8% для обеспечения заданной производительности гидроподъема по твердому материалу.

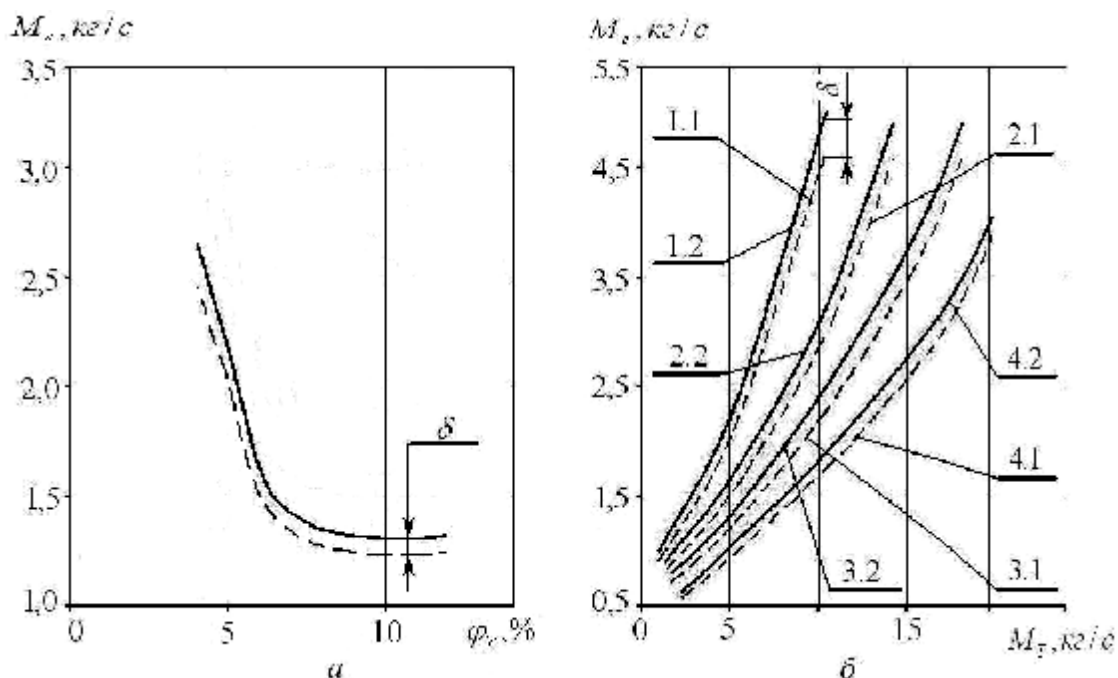


Рис. 1. Зависимости изменения массового расхода воздуха  $M_z$  (кг/с), от расходной концентрации твердого в пульпе  $\varphi_T$  (%) (а) и от массового расхода твердого компонента  $M_T$  (кг/с) (б)

Таким образом, характеристики снарядного режима накладывают более жесткие требования на разрабатываемую АСУ ТП глубоководных эрлифтных гидроподъемов, т.к. аккумуляция твердой фазы при циклическом движении частиц и вероятность их агломерации определяют необходимость управления технологическими процессами во избежание серьезных проблем, связанных с возможной забитостью трубопровода и ее последствиями. В связи с этим в Национальном горном университете на уровне изобретений разработаны способы управления параметрами снарядной структуры течения [2, 3], гарантированно обеспечивающие устойчивый подъем крупных тяжелых частиц и повышающие эффективность глубоководных эрлифтов.

#### Перечень ссылок:

1. Евтеев В.В., Кириченко Е.А. Экспериментальное исследование параметров вертикального потока трехкомпонентной смеси в эрлифтном гидроподъеме // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 1. – С. 47-54.
2. Пат. 85116 Украины, E21C45/00, F04F1/20. Способ повышения уровня использования подъемной способности морского эрлифта и система для его реализации / Кириченко Е.А., Ламзюк В.Д., Евтеев В.В. – Оpubл. 25.12.2008, Бюл. №24.
3. Пат. 2310102 РФ, F04F1/20. Способ подъема многокомпонентной смеси с больших глубин и система для его реализации / Пивняк Г.Г., Кириченко Е.А., Франчук В.П., Евтеев В.В. – Оpubл. 10.11.2007, Бюл. № 31.