

## К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРЛИФТНОГО ПОДЪЕМА ПУЛЬПЫ НА РУДОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Мещеряков В.Г., к.т.н., доц., Кравец М.Т., аспирант  
Криворожский технический университет

*В работе приведены результаты промышленных испытаний эрлифтов и определена надежность работы их элементов.*

Применяемые на рудообогатительных фабриках Кривбасса для подъема пульпы грунтовые насосы не всегда соответствуют условиям их установки в цепи аппаратов.

Действительна производительность грунтовых насосов бывает значительно меньше расчетной (паспортной) подачи, что увеличивает удельные потери электроэнергии на подъем пульпы. Кроме того, значительное расхождение между фактической подачей и паспортной приводит к тому, что транзитный поток пульпы не полностью заполняет межлопастные каналы рабочего колеса и образующиеся возле лопаток устойчивая вихревая зона способствует ускорению износа поверхности лопаток. Что влечет дальнейшее уменьшение производительности грунтовых насосов. Поэтому средний срок службы грунтовых насосов Гр 400/40 (8Гр-8) на рудообогатительных фабриках ГОК КГГМК «Криворожсталь» составляет 800 часов, что вызывает необходимость иметь в наличии значительный обменный фонд грунтовых насосов и мощную ремонтную базу.

Наиболее надежным и долговечным транспортом пульпы является эрлифтный (пневмогидравлический), при котором отсутствуют в потоке гидросмеси (пульпы) какие-либо движущиеся детали, что обеспечивает надежность и долговечность оборудования, обеспечивает возможность вертикального подъема твердых тел, находящихся в жидкости, любых геометрических размеров и неограниченной производительности.

На рудообогатительной фабрике железорудного горнообогатительного комбината были проведены промышленные испытания эрлифтного подъема пульпы на высоту до 10 м, с коэффициентом относительного погружения смесителя –  $\alpha = 0,5$  при различной плотности пульпы.

Результаты промышленных испытаний эрлифтных установок приведены на рисунке 1.

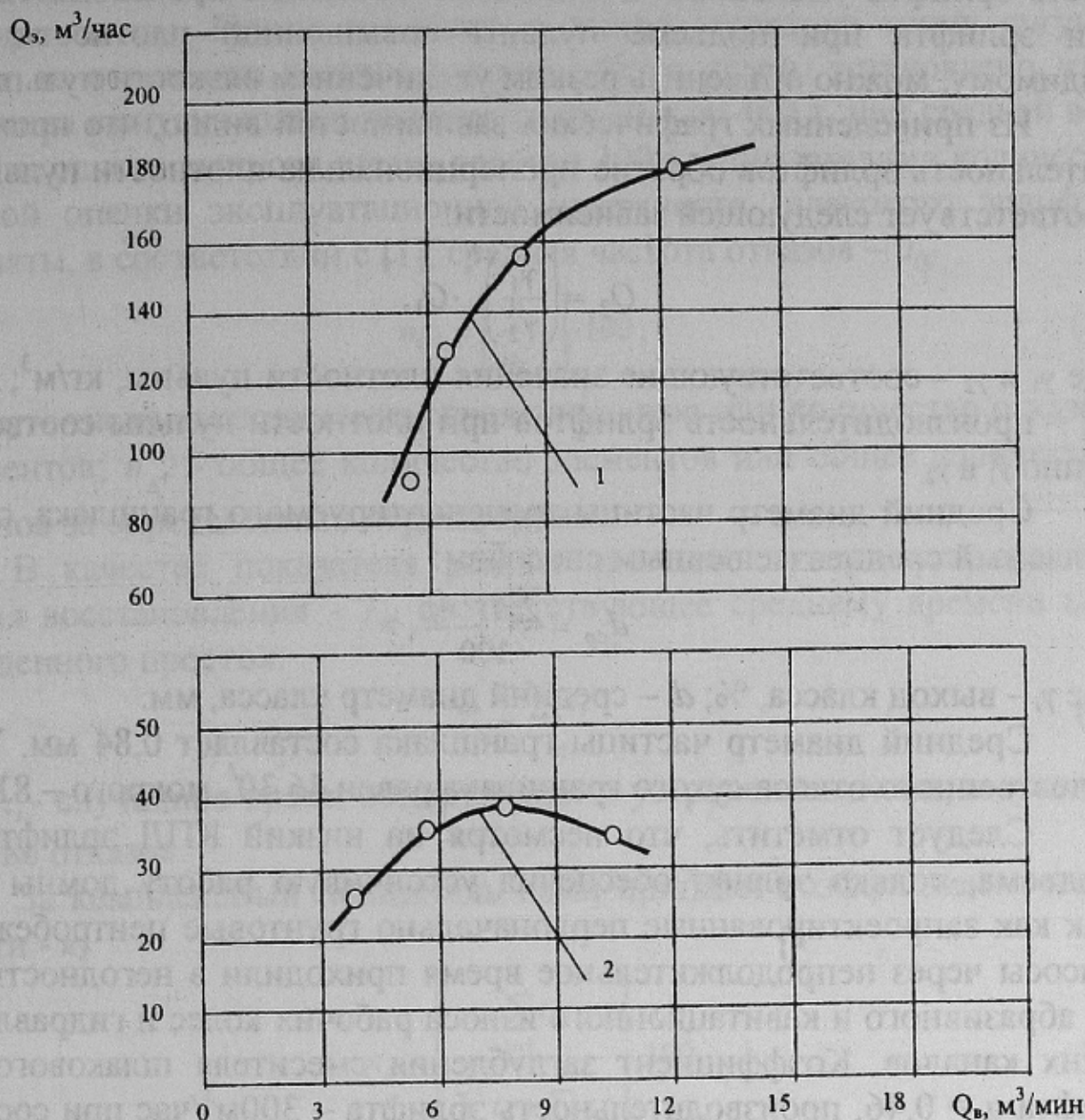


Рисунок 1 – Расходные характеристики эрлифтов при различной плотности пульпы

1 –  $\gamma_{п\text{ ср}} = 1226 \text{ кг/м}^3$ ; 2 –  $\gamma_{п\text{ ср}} = 2332 \text{ кг/м}^3$

Соединение смесителя эрлифта с воздухопроводом от воздуходувки РМК-4 осуществлялось при помощи гофрированного шланга. При этом скорость движения пульпы до смесителя – 2,5 м/с; над смесителем 3...5 м/с, истечение из устья подъемной трубы эрлифта 6...8 м/с.

Эрлифтная установка №1 осуществляла подъем пульпы плотностью 1100...1300 кг/м<sup>3</sup>, №2 – плотностью 2200...2400 кг/м<sup>3</sup> от гидросепаратора в ванну вакуум-фильтра. Максимальная производительность эрлифтов соответственно составляла 180 м<sup>3</sup>/час и 40 м<sup>3</sup>/час.



С увеличением плотности пульпы, объемная производительность эрлифта уменьшается. Снижение объемной производительности эрлифта при подъеме пульпы повышенной плотности, по видимому, можно объяснить резким увеличением вязкости пульпы.

Из приведенных графических зависимостей видно, что производительность эрлифтов обратно пропорциональна плотности пульпы и соответствует следующей зависимости:

$$Q_2 = \left( \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \right)^2 \cdot Q_1, \quad (1)$$

где  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  – соответствующие значения плотности пульпы,  $\text{кг/м}^3$ ;  $Q_1$  и  $Q_2$  – производительность эрлифтов при плотности пульпы соответственно  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ .

Средний диаметр частицы транспортируемого граншлака, определяемый средневзвешенным способом:

$$d_{cp} = \frac{\sum \gamma_i \cdot d_i}{100}, \quad (2)$$

где  $\gamma_i$  – выход класса, %;  $d_i$  – средний диаметр класса, мм.

Средний диаметр частицы граншлака составляет 0,84 мм. Угол естественного откоса сухого граншлака равен  $46^\circ 30'$ , мокрого –  $81^\circ 20'$ .

Следует отметить, что несмотря на низкий КПД эрлифтного подъема, только эрлифт обеспечил устойчивую работу домны №9, так как запроектированные первоначально грунтовые центробежные насосы через непродолжительное время приходили в негодность из-за абразивного и кавитационного износа рабочих колес и гидравлических каналов. Коэффициент заглубления смесителя шлакового эрлифта  $\alpha = 0,46$ . производительность эрлифта –  $300 \text{ м}^3/\text{час}$  при соотношении Т:Ж как 1:2, расход воздуха  $80 \dots 90 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

Абсолютное давление на уровне смесителя шлакового эрлифта:

$$P = P_a + h g \rho_1 + H g \rho_2 \quad (3)$$

где  $P_a$  – величина атмосферного давления, Па;  $h$  – расстояние от уровня воды в колодце эрлифта до смесителя, м;  $\rho_1$  – плотность гидросмеси,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho_2$  – плотность трехфазной гидросмеси выше уровня воды в колодце эрлифта,  $\text{кг/м}^3$ .

Для наших условий  $\rho_1 = 1100 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_2 = 60,4 \text{ кг/м}^3$  (при  $Q_s = 85 \text{ м}^3/\text{час}$ ),  $P = 0,325 \text{ Мпа}$ .

Работа шлакового эрлифта стабильна при манометрическом давлении более  $0,25 \text{ Мпа}$ .

На продолжительность полезной работы шлакового эрлифта оказывает влияние величина выпуска чугуна и количество выпусков в течение смены. Принимая условно выход шлака на тонну чугуна 360кг, на основании данных условий работы домы установлено, что величина выпуска шлака колеблется от 20 т до 400 т, при средней величине одного выпуска шлака равного 200 т. Показателями количественной оценки эксплуатационной надежности шлакового эрлифта приняты, в соответствии с [1], средняя частота отказов –  $a_{(t)}$

$$a_{(t)} = \left( \frac{n_x}{n_{\Delta t}} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $n_x$  – число вышедших из строя элементов или количество отказов элементов;  $n_{\Delta t}$  – общее количество элементов или общее количество отказов за определенный период времени –  $\Delta t$ .

В качестве показателя ремонтпригодности приняли среднее время восстановления –  $T_{\sigma}$ , соответствующее среднему времени вынужденного простоя:

$$T_{\sigma} = \frac{\sum \tau_i}{n} \quad (5)$$

где  $\tau_i$  – случайное время обнаружения и устранения отказа;  $n$  – количество отказов.

За комплексный показатель нами приняты коэффициент готовности –  $\kappa_z$

$$\kappa_z = \left( \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n \tau_i} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

где  $t_i$  – время работы эрлифта между двумя отказами.

Коэффициент простоя –  $\kappa_n$

$$\kappa_n = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n \tau_i} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

На основании обработки статистических данных работы шлакового эрлифта установки придоменной грануляции за 162 смены определили, что среднее время восстановления  $T_{\sigma} = 7,2$  смены/отказ, коэффициент готовности  $\kappa_z = 75\%$ , коэффициент простоя  $\kappa_n = 23\%$ .



Частота отказов составных элементов шлакового эрлифта составляет: подъемная труба – 8%; смеситель – 24%; воздухоотделитель – 52%; труба сливная – 16%. Наименьшей надежностью обладает воздухоотделитель эрлифта, его крышка.

В связи с уменьшением давления с высотой подъема трехкомпонентной гидросмеси (воздух + вода + твердые частицы граншлака) в подъемной трубе шлакового эрлифта увеличивается скорость гидросмеси при постоянном диаметре подъемной трубы и на выходе из ее устья скорость гидросмеси достигает 20 м/с. Это приводит к интенсивному абразивному износу пульпой крышки воздухоотделителя, пробивания ее и зашламовывания помещения эрлифта. При этом наблюдалось смещение от оси подъемной трубы эрлифта эпицентра разрушения бетонной подушки крышки воздухоотделителя на расстояние 0,5...0,75 радиуса крышки.

В водной среде частицы граншлака склонны к слеживаемости и цементации. В случае по какой-либо причине прекращения подачи сжатого воздуха в подъемную трубу в период выпуска шлака, в подъемной трубе в нижней ее части происходит образование пробок граншлака и последующий запуск эрлифта в работу представляет значительные трудности.

Совместно с трудящимися домны №9, предложен и успешно действует способ запуска эрлифта в работу с предварительным созданием гидравлических ударов в нижней части подъемной трубы эрлифта, благодаря которым происходит разрушение образовавшихся пробок граншлака и успешный запуск эрлифта в работу [2].

Предложен также эрлифт, воздухоотделитель которого имеет крышку серповидного профиля из абразивостойкого материала [3].

Увеличив диаметр рабочей трубы эрлифта при входе в воздухоотделитель с 400мм до 600мм, а также диаметр воздухоотделителя до 1200мм, уменьшили скорость пульпы, что снизило абразивный износ крышки воздухоотделителя.

В первые годы работы домны №9, гранулирование шлака производилось водяным гранулятором с расходом воды 0,5...0,6 м<sup>3</sup>/с, в последние годы перешли на водовоздушную грануляцию, при этом расход воды уменьшился почти в два раза.

Увеличивая ступенчато к выходу гидросмеси диаметр подъемной трубы, диаметр воздухоотделителя можно повысить надежность работы шлакового эрлифта.

Профессором В.Г.Гейером и его учениками были предложены и внедрены на угольных шахтах Донбасса схемы подъема пульпы углесосно-эрлифтными установками [4].

Применяя насосно-эрлифтный подъем пульпы, можно, по-видимому, решить трудноразрешимую в настоящее время для горно-обогажительных комбинатов Кривбасса проблему транспортирования хвостов обогажительных фабрик в хвостохранилище на высоту 150...200м, так как существующие высокопроизводительные насосы для транспортирования хвостов – продукта обогащения железных руд имеют напор не превышающий 100м.

#### Список источников.

1. Седуш В.Я. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. Киев: «Вища школа», - 1976 г.
2. Авторское свидетельство № 709841. Кл. F04 F 1/20 Способ запуска эрлифта/ Щербина Н.С., Мещеряков В.Г., Хомич И.Т., Ушатов Р.А., Бондаренко В.И., Петриченко Ю.А./ Бюл. из. №2, 1980 г.
3. Авторское свидетельство № 861759. Кл. F04 F 1/20 Эрлифт/ Мещеряков В.Г., Щербина Н.С., Тиньков М.Е./ Бюл. из. №33, 1981 г.
4. Гейер В.Г. и др. Гидравлический подъем пульпы эрлифтными и углесосно-эрлифтными установками. «Механизация и автоматизация производства», №9, 1959.