

2. Потураев В.Н., Дырда В.И. Круш И.И. Прикладная механика резины. - К.: Наук. думка, 1980. - 260 с.

3. Дырда В.И. Резиновые элементы вибрационных машин. - К.: Наук. думка, 1980. - 100 с.

**УДК 622.648.23:621.6.035**

**Б.А. Блюсс, Е.В. Семененко**

## **ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Широкое внедрение гидротранспорта во многих отраслях промышленности Украины привело к необходимости дать оценку эффективности работы гидротранспортных комплексов. Оценку эффективности работы гидротранспортного комплекса обычно проводят [1, 2]:

1. Анализируя эффективность работы гидротранспортного комплекса в данный и предшествующий момент времени. Будем называть этот анализ оценочным анализом эффективности работы гидротранспортного комплекса.

2. Сравнивая работу различных гидротранспортных комплексов, когда необходимо определить, какой из них работает наиболее эффективно. Такой анализ будем называть сравнительным анализом эффективности работы гидротранспортного комплекса.

Параметры, используемые при оценке эффективности работы гидротранспортных комплексов, можно разделить на интегральные, погонные, удельные, относительные и отвлеченные параметры.

Интегральные параметры отражают результат работы гидротранспортного комплекса за некоторый промежуток времени. К ним относятся объемы оборотной воды и электроэнергии, приходящейся на единицу объема или массы перемещаемого материала.

Погонные параметры эффективности работы гидротранспортного комплекса - это параметры работы насосного оборудования, отнесенные к расчетной длине гидротранспортной магистрали: погонный напор, погонная мощность насосного оборудования.

Удельными параметрами эффективности работы гидротранспортного комплекса будем называть параметры работы насосного оборудования, приходящиеся на единицу массы или объема перемещаемого материала. Такими параметрами являются удельный напор, удельная сила тока, удельная мощность насосного оборудования.

К относительным параметрам эффективности работы гидротранспортного комплекса отнесем безразмерные параметры, показывающие, какая доля затраченной мощности приходится на совершение полезной работы. Это КПД гидротранспортного комплекса, коэффициент транспортных потерь и коэффициент использования гидротранспортного комплекса, удельно-погонный напор и удельно-погонная сила тока.

Использование относительных параметров эффективности работы гидротранспортных комплексов позволяет сравнивать эффективность работы гидротранспортных комплексов, находящихся в различных технологических и ландшафтных условиях. Так, гидротранспортные комплексы некоторых обогатительных предприятий выполняют не только транспортную функцию, но и технологическую - обеспечивают подачу транспортируемой гидросмеси в обогатительное оборудование. Для оценки эффективности работы таких комплексов определим, какая часть развиваемой мощности приходится на транспортную, а какая на технологическую функцию.

Напор, развиваемый насосами гидротранспортного комплекса, определяется выражением [3]:

$$H = JL_{pc} + h_o + h_{\Gamma},$$

где  $J$  - гидравлический уклон при движении гидросмеси;  $L_{pc}$  - расчетная длина гидротранспортной магистрали;  $h_o$ ,  $h_{\Gamma}$  - оста-

точный напор и разность геодезических отметок начала и конца магистрали. Разделив обе части уравнения на величину  $L_{pc}$ , будем иметь:

$$J_H = J + J_T + J_o,$$

где  $J_H$  - погонный напор,  $J_o = h_o / L_{pc}$  и  $J_T = h_T / L_{pc}$  - остаточный и геодезический уклоны гидротранспортной магистрали. Эти величины характеризуют технологические и ландшафтные параметры гидротранспортного комплекса. На основании этого для оценки эффективности гидротранспортных комплексов предлагаются величины :

- коэффициент транспортных потерь

$$\zeta = J / J_H$$

- коэффициент технологичности.

$$\xi = (J_o + J_T) / J_H.$$

Эти величины выражают, какая доля напора, развиваемого насосным оборудованием гидротранспортного комплекса, приходится на преодоление трения, а какая на преодоление разности геодезических отметок и на создание остаточного напора.

Полезной работой гидротранспортного комплекса будет работа, затраченная на перемещение материала заданного расхода на необходимое расстояние. Следовательно, полезная мощность определяется так согласно:

$$N_{\pi} = g\rho_T Q_T L,$$

где  $L$  - расстояние гидротранспортирования;  $\rho_T$ ,  $Q_T$  - плотность и расход транспортируемого материала. Кроме того, в некоторых гидротранспортных установках необходимо преодолеть разность геодезических отметок и обеспечить на выходе из магистрали заданный напор. Таким образом, фактическая полезная мощность будет :

$$N_{\phi} = g\rho_T Q_T (L + h_T) + g\rho Q h_o.$$

Мощность, затрачиваемая на гидротранспортирование, равна мощности насосного оборудования гидротранспортного комплекса. Таким образом, КПД гидротранспортного комплекса рассчитывается по формуле:

$$\bar{\eta} = \eta \frac{\rho_r S (\delta + J_r)}{\rho J_H} + \eta \frac{J_o}{J_H},$$

где  $\delta$  - извилистость гидротранспортной магистрали, определяемая как отношение расстояния гидротранспортирования к расчетной длине гидротранспортной магистрали;  $S$  - объемная концентрация перекачиваемой гидросмеси;  $\eta$  - КПД насосного оборудования.

Удельно-погонные параметры эффективности работы гидротранспортного комплекса показывают, какой напор приходится в данном гидротранспортном комплексе при транспортировании одной тонны материала на один метр гидротранспортной магистрали.

Отвлеченные параметры эффективности работы гидротранспортного комплекса отражают эффективность только процесса гидротранспортирования. Эти параметры показывают долю удельных потерь напора, которая приходится на перемещение твердой и жидкой фаз.

При движении гидросмеси удельные потери напора состоят из суммы удельных потерь на перемещение несущей жидкости и удельных потерь на перемещение твердого материала [4] :

$$J = J_T + J_B.$$

Соотношение величин  $J_T$  и  $J_B$  будет определять эффективность процесса гидротранспортирования. Для оценки этого соотношения можно предложить следующие параметры: относительный гидравлический уклон твердого

$$k_m = k / (1 + k),$$

относительный гидравлический уклон несущей жидкости

$$k = J_T / J_B,$$

отношение удельных гидравлических уклонов твердого материала и несущей жидкости

$$e = S / k / (1 - S).$$

Необходимо отметить, что для сравнительного анализа эффективности работы гидротранспортных комплексов, в от-

личие от оценочного, применимы не все вышеперечисленные параметры. Гидротранспортные комплексы, находящиеся в разных ландшафтных условиях, имеют магистрали различной длины. В некоторых гидротранспортных комплексах необходимо обеспечить заданный напор на выходе из магистрали, на что затрачивается часть мощности насосного оборудования. Следовательно, интегральные, погонные и удельные параметры эффективности работы гидротранспортного комплекса не всегда могут использоваться для сравнительного анализа. Целесообразно было бы предложить использование погонных и удельных параметров для сравнительного анализа работы гидротранспортных комплексов с близкими значениями величин  $\zeta$  и  $\xi$ . В противном случае, сравнительный анализ с применением погонных и удельных параметров предпочтительнее проводить, заменив в формулах величину  $J_n$  на величину :

$$J = J_H - (J_T + J_o).$$

Это позволяет оценивать величину напора, затрачиваемого на преодоление трения в трубопроводе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шелоганов В.И. Энерго- и водосберегающий гидро-мониторно-землесосный комплекс // Горный журнал, июнь, 1996 г. - С. 8-11.
2. Покровская В. Н. Пути повышения эффективности гидротранспорта. - М.: Недра, 1972. - 150 с.
3. Смолдырев А.Е. Гидро - и пневмотранспорт в металлургии. - М.: Металлургия, 1985. - 280 с.
4. Теория и прикладные аспекты гидротранспортирования твердых материалов / И.А. Асауленко, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик и др. Киев: Наук. думка, 1981. - 364 с.