УДК 622.23.03.008

А.В.ЛИСИЦКИЙ
Горно-электромеханический факультет,
аспирант кафедры автоматизации
производственных процессов

УМЕНЬШЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ОТКАЧКУ ВОДЫ ШАХТНЫМИ ВОДООТЛИВНЫМИ УСТАНОВКАМИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ НАСОСОВ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ

Для глубоких угольных шахт параллельная работа насосов водоотливной установки на один трубопровод позволяет значительно уменьшить стоимость оборудования и затраты на эксплуатацию, что обеспечивает снижение общих затрат на откачку воды. Однако широкому применению параллельной работы насосов препятствует различие их напорных характеристик в процессе эксплуатации.

Рассматривается целесообразность коррекции напорных характеристик за счет регулирования частоты вращения электроприводов насосных агрегатов.

For deep collieries parallel operation of water-drainage pumps for one pipeline allows to considerably reduce the cost of equipment and operating costs, which will ensure a decrease in general expenses on dewatering. However, wide application of parallel pump operation is interfered with by difference in head-flow characteristics emerging in operation.

The article studies feasibility of head-flow characteristics correction by means of rotation frequency adjustment for electric drives of the pumping units.

По мере эксплуатации месторождений неизбежен переход на более глубокие горизонты. В связи с этим существенно возрастают стоимость откачки воды и мощности главных водоотливных установок, энергопотребление которых достигает 40 % от общих энергозатрат горного предприятия. Например, мощность электропривода насоса ЦНС 300-600 равна 800 кВт, количество же насосов в зависимости от степени обводненности месторождения может составлять 7-11 и даже более. Также существенно влияют на капитальные затраты стоимость нагнетательных трубопроводов.

Существенного снижения откачки воды можно достигнуть при организации параллельной работы насосов на один трубопровод. Однако широкому применению этого метода препятствует существенное расхождение характеристик насосов в процессе эксплуатации. Использование управляемого электропривода позволяет выбирать различные режимы работы систем водоотлива, выгодные по тем или иным параметрам.

Применение частотно-регулируемого электропривода насосных агрегатов шахтных водоотливных установок позволяет регулировать производительность насоса в зависимости от частоты вращения электродвигателя. При этом изменение частоты вращения электропривода вызывает изменение расхода насосного агрегата в широких пределах при практически неизменном напоре. Помимо производительности насоса также изменяется его КПД (рис.1).

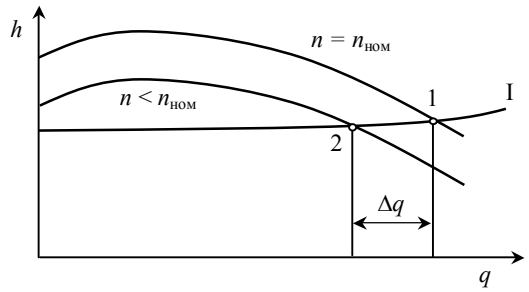


Рис.1. Изменение производительности насосного агрегата при снижении частоты вращения электропривода
I – характеристика трубопровода; 1, 2 – рабочие точки системы насос – трубопровод

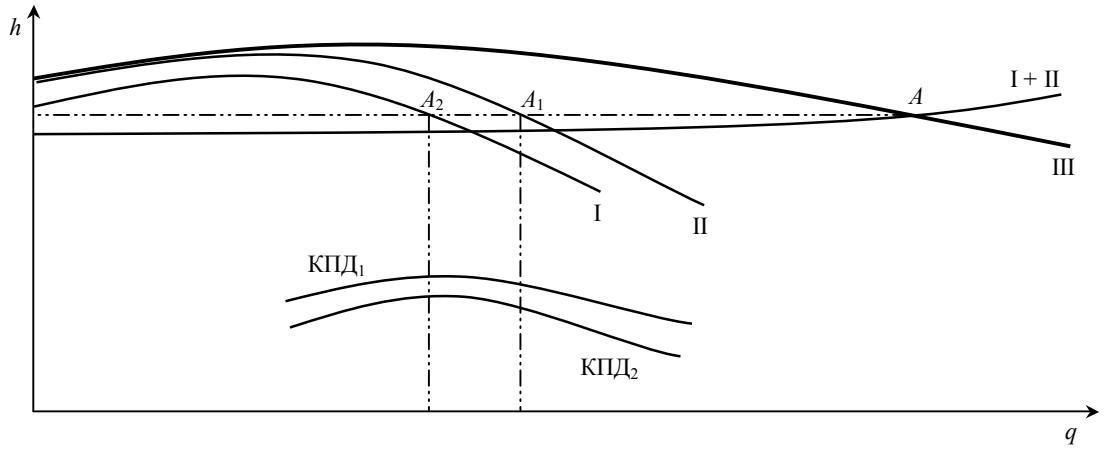


Рис.2. Работа насосов с различными характеристиками на один трубопровод
I, II – напорные характеристики насосов; I + II – напорная характеристика системы;
III – характеристика трубопровода

При параллельной работе насосов с различными характеристиками на один трубопровод возможен невыгодный с точки зрения удельного энергопотребления режим работы. Это обусловлено тем, что при одинаковой частоте вращения электроприводов насосных агрегатов их производительность может значительно отличаться. Таким образом, рабочие точки насосов могут оказаться в зонах пониженного КПД (рис.2).

Применение частотно-регулируемого электропривода позволит выбирать энергетически наиболее выгодный режим работы системы. Таким образом, задавая различные скорости вращения приводов насосных агрегатов, возможно достичь минимального удельного энергопотребления на откачку воды из водосборника. Однако при параллельной работе на один трубопровод изменение характеристик одного насоса вызывает изменение характеристик другого.

Помимо энергетических показателей необходимо выдерживать суммарную заданную производительность насосов с учетом графиков нагрузок. Поэтому необходима одновременная коррекция частоты вращения обоих насосов. Математическая модель системы, позволяющей корректировать частоты вращения электроприводов насосных агрегатов для минимизации энергопотребления, имеет вид

$$\begin{cases} \dfrac{Q}{\eta} \to \min; \\ \dfrac{Q}{\eta} = \dfrac{Q_1}{\eta_1} + \dfrac{Q_2}{\eta_2}; \\ H = H_1 = H_2; \\ Q = Q_1 + Q_2; \\ Q_1 = f(\omega_1); \\ Q_2 = f(\omega_2), \end{cases}$$

где $Q_{1,2}$ – производительность насосов, являющаяся функцией от частоты вращения.

Предварительная оценка снижения энергопотребления составляет 3-6 % в зависимости от расхождения характеристик насосных агрегатов.

Для оценки КПД насоса необходима установка контрольно-измерительной аппаратуры. Измерение расхода, давления, энергопотребления каждого насоса и системы в целом даст необходимую информацию для решения вышеприведенного уравнения, а также позволит оценить степень износа оборудования.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Р.М.Проскуряков*