

Пархомук И.П., Трембицкая А.А., Кузнец Д.В., Филюк Д.М.

СРАВНЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСА WILO С ПЧТ И БЕЗ НЕГО

Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13

Потери энергии при регулировании показателей гидросистемы способом дросселирования

Центробежные насосы относятся к группе лопастных насосов. Они имеют ряд достоинств (простота конструкции и управления, сравнительно невысокая стоимость, большая производительность, быстроходность) и поэтому получили самое широкое распространение в промышленности.

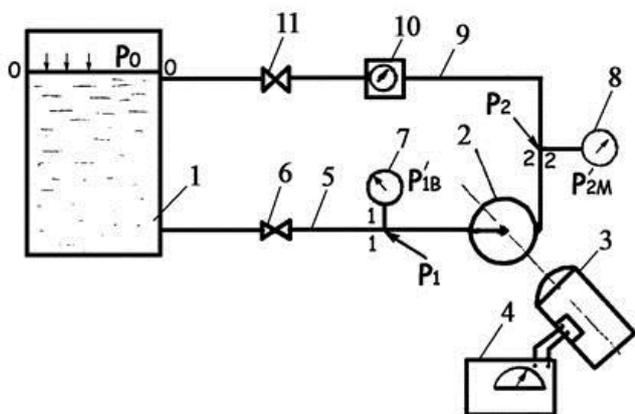


Рис. 1. Схема насосной установки для энергетических испытаний центробежного насоса

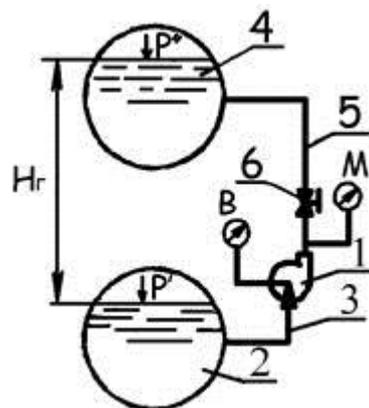


Рис.2 Схема насосной установки

Насосная установка закрытого типа состоит из напорного бака 1 для воды центробежного насоса 2 с электродвигателем 3, ваттметра 4, подводного (всасывающего) трубопровода 5, на котором установлены вентиль 6 и вакуумметр пружинный 7, манометра пружинного 8, установленного на напорном трубопроводе 9, расходомера турбинного 10 и вентиля 11.

Значительное количество гидросистем работает в режиме с переменной нагрузкой, т. е. расход воды изменяется во времени в зависимости от неких возмущающих воздействий. В этом случае насосное оборудование выбирается из условий обеспечения максимального расхода, а регулирование осуществляется способом дросселирования, единственным при нерегулируемом электроприводе.

Несмотря на то, что применяется только один способ регулирования, расход воды может меняться по инициативе потребителя или принудительно со стороны насоса.

Для того, чтобы изменить режим работы насоса, следует изменить либо характеристику сети, либо характеристику насоса. Характеристику сети можно изменить при помощи регулировочной задвижки 6 (рис.2) – регулирование дросселированием. Если задвижку прикрывать, то потери напора в сети увеличиваются, характеристика ее пойдет круче (рис.3а), и точка пересечения характеристик насоса и сети переместится влево из А в В. Подача насоса при этом уменьшится.

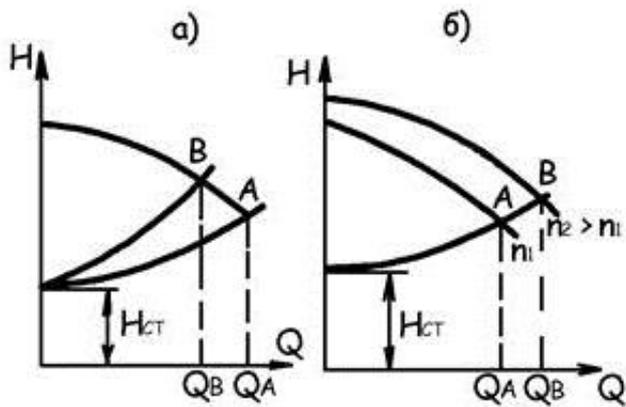


Рис.3 Характеристики насоса и сети

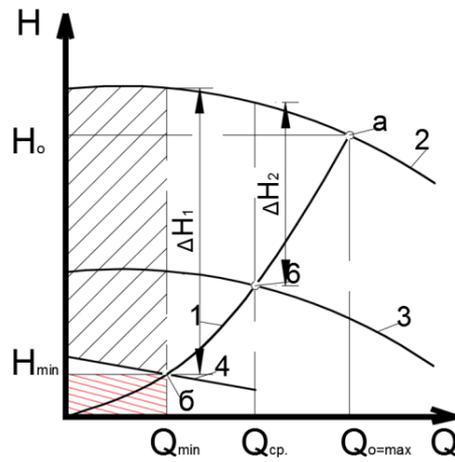


Рис.4 Регулирование расхода гидросистемы применением регулируемого электропривода

Регулируемый электропривод как средство энергосбережения

Суть регулируемого электропривода насоса – создание на выходе насоса требуемого напора путём изменения частоты вращения рабочего колеса. При таком способе регулирования каждому значению частоты вращения соответствует своя Q-H характеристика, параллельная паспортной (рис.4).

При увеличении частоты вращения напор насоса увеличивается, его характеристика смещается вверх, и точка пересечения характеристик насоса и сети перемещается по характеристике сети вправо из А в В. При этом подача насоса увеличивается (рис 3 б).

Сравнение площадей прямоугольников на рисунке 4, заштрихованных с наклоном вправо (полезная мощность) и наклоном влево (мощность потерь), наглядно показывает энергоэффективность регулируемого электропривода и возможный масштаб энергосбережения.

Для каждого режима работы центробежного насоса определим:

- подачу насоса: $Q = \frac{u}{t}$
- скорость движения воды в нагнетельном патрубке:
 $u_H = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_H}, d_H = 0,025 \text{ м}$
- скорость движения воды в всасывающем патрубке: $u_B = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_B}, d_B = 0,1 \text{ м}$
- напор насоса: $H = \frac{P_m + P_B}{\rho \cdot g} + z_M - z_B + \frac{u_H^2 - u_B^2}{2 \cdot g}, z_M = 1,12 \text{ м}, z_B = 0,35 \text{ м}$

Потребляемая электрическая мощность зависит от способа регулирования

- регулируемый электропривод:

$$P_{рд} = \frac{H_{\min} Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} \quad (1)$$

- дроссельное регулирование:

$$P_{рд} = \frac{(H_{\min} + \Delta H_1) Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} = \frac{H_{\min} Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} + \frac{\Delta H_1 Q_{\min}}{\eta_{нас} \eta_{дв}} \quad (2)$$

Разница между (1) и (2) и есть мощность потерь ∇P при дроссельном регулировании по отношению к частотно-регулируемому электроприводу:

$$\Delta P = \frac{\Delta H_1 Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \eta_{\text{дв}}} \quad (3)$$

Результаты вычислений заносим в таблицы:

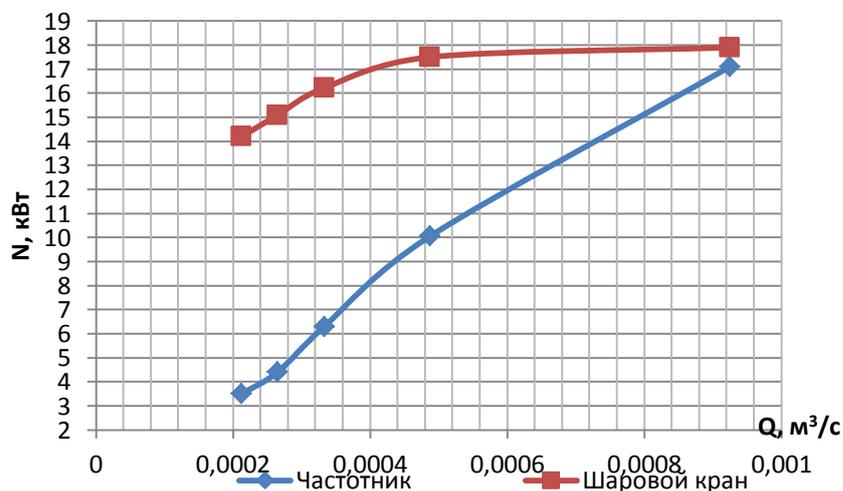
Регулирование расхода с помощью шарового крана								
№	Расход Q, м ³ /с	Рвых, Па	Рвх, Па	Низмер, Вт	ун, м/с	ув, м/с	H, м	n, оборот/мин
1	0,000925	400000	6000	17,9	1,88535	0,117834	42,3368	3700
2	0,0004875	410000	6000	17,5	0,993631	0,062102	43,2258	3700
3	0,000333333	420000	4000	16,22	0,679406	0,042463	44,0146	3700
4	0,000265	430000	3000	15,09	0,540127	0,033758	44,9234	3700
5	0,000213	440000	0	14,2	0,43414	0,027134	45,6318	3700

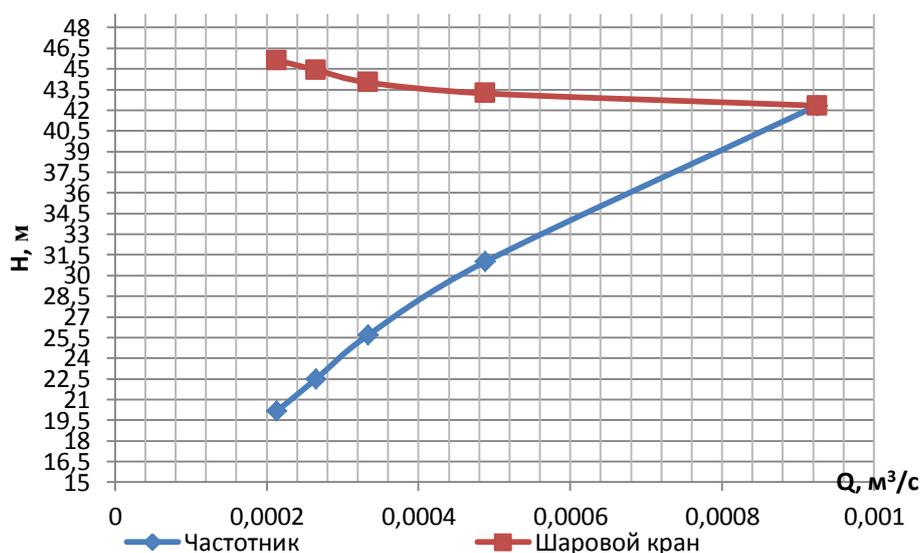
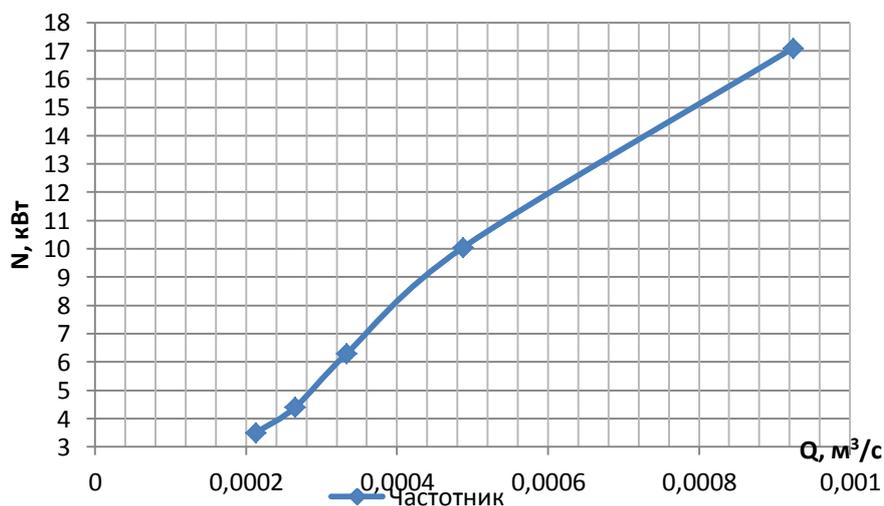
Суть дроссельного регулирования – устранение избыточного напора, подаваемого в гидросистему, путем перераспределения напоров между гидросистемой и дросселирующим устройством (падение напора).

Суммарные потери на дросселирующих устройствах потребителя равны потерям в насосном агрегате при его дроссельном регулировании. Это обстоятельство следует учитывать при разработке мероприятий по энергосбережению.

Регулирование расхода с помощью частотного преобразователя								
№	Расход Q, м ³ /с	Рвых, Па	Рвх, Па	Низмер, Вт	ун, м/с	ув, м/с	H, м	n, об/мин
1	0,000925	400000	6000	17,1	1,88535	0,117834	42,3368	3700
2	0,0004875	290000	6000	10,05	0,993631	0,062102	30,9934	3000
3	0,000333333	240000	4000	6,3	0,679406	0,042463	25,666	2800
4	0,000265	210000	3000	4,4	0,540127	0,033758	22,4973	2700
5	0,000213	190000	0	3,5	0,43414	0,027134	20,1476	2600

Построим характеристики центробежного насоса $H=f(Q)$; $N_{\text{шар.кр.}}=f(Q)$; $N_{\text{част.}}=f(Q)$. Для построения характеристик на график нанесем точки, соответствующие исследованным режимам работы насоса, и по этим точкам проведем осредненные кривые.





Таким образом, применение регулируемого электропривода является эффективным энергосберегающим мероприятием при переменном расходе воды в гидросистеме, а также во всех случаях, когда напор насоса превышает требуемую величину.

Регулирование дросселированием связано с дополнительными потерями энергии в задвижке и поэтому неэкономично. Однако этот способ регулирования весьма прост, вследствие чего он получил наибольшее распространение.