

### 3) Использовать бандажное соединение.

Для того чтобы сделать простоту обслуживания системы аспирации более простой, вместо фланцев для соединения воздухопроводов целесообразней использовать быстроразборные конструкции типа бандажное соединение.

### 4) Использование шиберов.

Вместо дроссель-клапанов для регуляции работы системы аспирации применяют шиберы.

### 5) Аппараты для грубой очистки.

В системах аспирации воздух с запыленностью более 1 г/ куб. м нуждается в грубой очистке, в случае если запыленность более 10 г/ куб. м — необходимо при проектировании заложить последовательно два разных аппарата для грубой очистки воздушного потока. Также, если в отработанном воздухе содержатся волокнистые частицы, опилки, слипающаяся пыль и так далее — обязательно нужно использовать пылевые мешки, которые располагаются максимально близко к местному отсосу, и бункерованные газоходы.

*Список используемых источников:*

1. [www.wikipedia.org/wiki/Аспирация\\_\(вентиляция\)](http://www.wikipedia.org/wiki/Аспирация_(вентиляция))
2. [www.studmed.ru/hrustalev-bm-kuvshinov-yuya-kopko-vm-teplosnabzhenie-i-ventilyaciya-kursovoe-i-diplomnoe-proektirovanie](http://www.studmed.ru/hrustalev-bm-kuvshinov-yuya-kopko-vm-teplosnabzhenie-i-ventilyaciya-kursovoe-i-diplomnoe-proektirovanie)
3. [www.neoclimat-zvi.ru](http://www.neoclimat-zvi.ru)

**Пархомук И.П., Трембицкая А.А., Филюк Д.М.**

## **ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА WILO С ПЧТ И БЕЗ НЕГО**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-13. Научный руководитель: Сопин Ю.Ю. ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

*Цель работы:* ознакомление с устройством центробежного насоса, работой и правилами его эксплуатации. Испытание насоса и установление экспериментальной зависимости напора, мощности и КПД от подачи жидкости при постоянной угловой и переменной скорости вращения рабочего колеса. КПД насоса показывает, какая доля потребляемой мощности используется в насосе полезно. Остальная часть мощности затрачивается на преодоление следующих потерь:

- а) механических — на трение в подшипниках, сальниках и на трение вращающихся деталей о жидкость;
- б) объемных — на вредные перетоки через уплотнения из камеры нагнетания в камеру всасывания рабочего колеса, перетоки между ступенями и на утечки через гидравлическую пята;
- в) гидравлических — на преодоление гидравлических сопротивлений на всасывании, в рабочем колесе, на нагнетании и в направляющем аппарате.

В процессе эксплуатации часто возникает необходимость регулировать режим работы насоса — изменять величину его производительности. Это может достигаться

либо путем изменения характеристики сети (задвижкой или регулирующим клапаном на нагнетательной линии), либо путем изменения характеристики насоса (изменением числа оборотов или поворотом лопастей у осевых насосов).

На рисунке 1а графически показан первый способ регулирования производительности насоса. Здесь кривая  $KQ^2$  изображает гидравлическую характеристику сети. На оси ординат эта кривая отсекает постоянный отрезок  $H_0 + H_p$ , соответствующий постоянной величине преодолеваемой насосом разности геометрических высот и разности давлений. Режим работы насоса всегда определяется точкой пересечения характеристик насоса и сети.

Для работы с производительностью  $Q_1$  этой точкой является точка А. Если нужно изменить производительность насоса до  $Q_2$ , то, создавая дополнительное сопротивление в напорном трубопроводе, делают гидравлическую характеристику сети более крутой, и она пересекает характеристику насоса в точке Б, соответствующей производительности  $Q_2$ . Величина  $\Delta H_d$ , показывает потерю напора на дросселированные в задвижке или регулирующем клапане. Этот способ регулирования неэкономичен, но часто применяется благодаря его простоте.

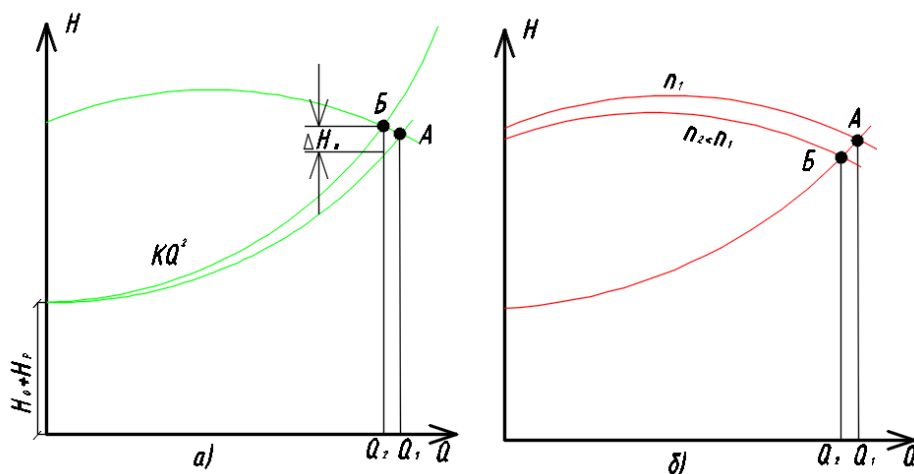


Рисунок 1. Характеристики насоса и сети.

Регулирование производительности насоса путем изменения числа оборотов показано на рис. 1б. От изменения числа оборотов характеристика насоса смещается и возникает новая точка пересечения с характеристикой сети, соответствующая производительности  $Q_2$ . Этот способ регулирования весьма экономичен. Для его осуществления используются электродвигатели с двумя скоростями, гидромурфты или привод насоса от паровой турбины. Производительность насоса изменяется пропорционально числу оборотов, изменение напора пропорционально квадрату, а изменение мощности — кубу числа оборотов насоса.

*Испытание насоса и установление экспериментальной зависимости напора, мощности*

Проведем испытание насоса WILO ТУР МНІ 403-1/Е/3-2-2G и установим экспериментальную зависимости напора, мощности и КПД от подачи жидкости при постоянной угловой и переменной скорости вращения рабочего колеса. Для каждого режима работы центробежного насоса определим:

подачу насоса:

$$Q = \frac{u}{t} \quad (1)$$

Скорость движения воды в нагнетательном партрубке,  $d_H = 0,025$  м:

$$u_H = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_H} \quad (2)$$

Скорость движения воды в всасывающей партрубке,  $d_H = 0,1$  м:

$$u_H = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_B} \quad (3)$$

Напор насоса,  $z_H = 1,12$  м,  $z_B = 0,35$  м:

$$H = \frac{P_H + P_B}{\rho \cdot g} + z_H - \frac{u_H^2 + u_B^2}{2 \cdot g} + z_B \quad (4)$$

Потребляемая электрическая мощность зависит от способа регулирования: регулируемый электропривод:

$$P_{р\text{д}} = \frac{H_{\min} \cdot Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв}}} \quad (5)$$

Дроссельное регулирование:

$$P_{р\text{д}} = \frac{(H_{\min} + \Delta H_1) \cdot Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв}}} = \frac{H_{\min} \cdot Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв}}} + \frac{\Delta H_1 \cdot Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв}}} \quad (6)$$

Разница между (5) и (6) и есть мощность потерь  $\nabla P$  при дроссельном регулировании по отношению к частотно-регулируемому электроприводу:

$$\Delta P = \frac{\Delta H_1 \cdot Q_{\min}}{\eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв}}} \quad (7)$$

Результаты вычислений заносим в таблицы 1, 2.

Таблица 1 – Регулирование расхода с помощью шарового крана

№	Расход Q, м <sup>3</sup> /с	P <sub>вых</sub> , Па	P <sub>вх</sub> , Па	N <sub>измер</sub> , Вт	u <sub>н</sub> , м/с	u <sub>в</sub> , м/с	H, м	n, об/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.

Таблица 2 – Регулирование расхода с помощью частотного преобразователя

№	Расход Q, м <sup>3</sup> /с	P <sub>вых</sub> , Па	P <sub>вх</sub> , Па	N <sub>измер</sub> , Вт	u <sub>н</sub> , м/с	u <sub>в</sub> , 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:

$$H = f(Q); N_{шар.кр} = f(Q); N_{част.} = f(Q).$$

Для построения характеристик на график нанесем точки, соответствующие исследованным режимам работы насоса, и по этим точкам проведем усредненные 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.

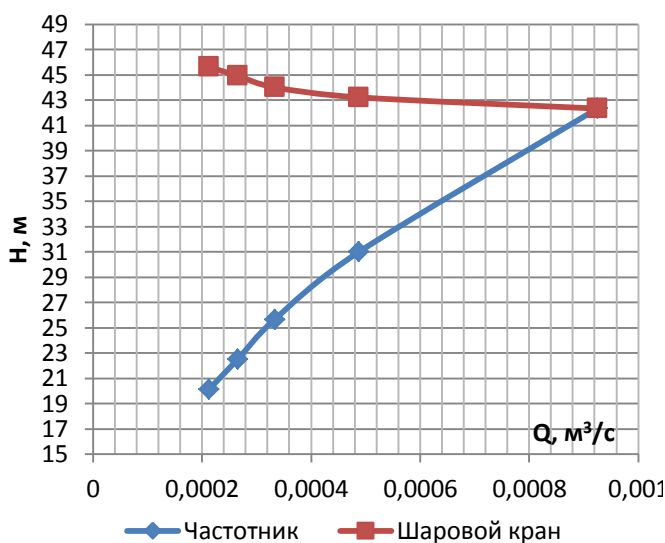


Рисунок 2. Зависимость  $H_{шар.кр}, H_{част.} = f(Q)$ .

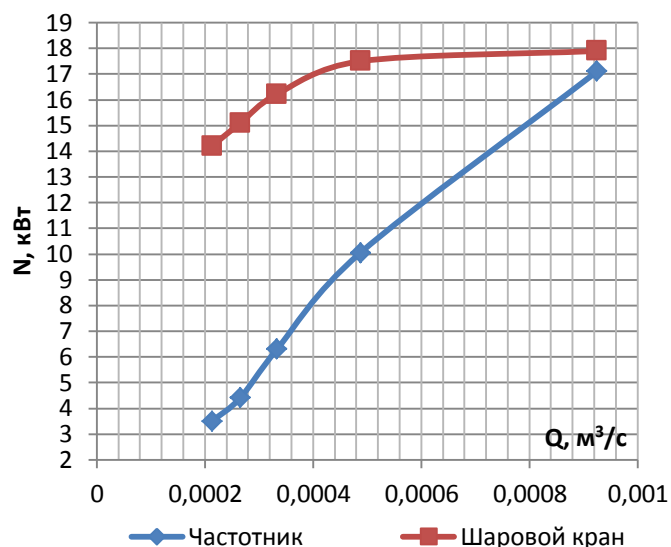


Рисунок 3. Зависимость  $N_{шар.кр}, N_{част.} = f(Q)$ .

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

Гладун Ю.А., Табола Д.В.

### СЧЕТЧИКИ ГАЗА: МЕМБРАННЫЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-13. Научный руководитель: Сальникова С.Р. ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

В целях стимулирования экономии и рационального использования газа рекомендуется установка приборов учета расхода газа.

Установка счетчика газа позволяет существенно сэкономить денежные средства на оплате за потребленный газ. В первую очередь, это связано с тем, что оплата происходит исключительно только за тот объем газа, который на самом деле использовали. Также необходимо отметить тот факт, что появляется прекрасная возможность за счет такого несложного оборудования контролировать свои расходы.

Предлагаем рассмотреть два вида счетчиков газа.

**Мембранный счетчик.** Самый распространённый тип счётчика газа. Первый патент на прибор такого типа был получен в Англии в 1844 году. Счётчик механического типа. Принцип действия основан на перемещении подвижных мембран камер при поступлении газа в прибор. Впуск и выпуск газа вызывает попеременное перемещение мембран и через комплекс рычагов и редуктор приводит