**Практические занятия №1,2.**

**Основные характеристики насосов**

1. Полный напор, развиваемый насосом (рис. 1), опреде­ляется уравнением

 (1)

****

**Рис. 1. Схема установки центробежного на­соса.**

Здесь *H* — полный напор, развиваемый насосом, в метрах столба перекачиваемой жидкости; *р2 и р1*— давления в пространст­ве нагнетания и в пространстве всасывания, Па; ρ — плотность перекачиваемой жидкос­ти, кг/м3; *Н*г — геометрическая высота подъема жидкости, м; *hп* — напор, затрачи­ваемый на, создание скорости и на преодо­ление трения и всех местных сопротивлений во всасывающей и нагнетательной линиях, м; *g*= 9,81 м/с2 — ускорение свободного падения.

Этот же полный напор *Н* может быть рассчитан и по другому урав­нению:

 (2)

где *рн* — давление в нагнетательном трубо­проводе на выходе жидкости из насоса, Па; *РВС* — давление во всасывающем трубопро­воде на входе жидкости в насос, Па; *Н0*— вертикальное расстояние между точками измерения давлений *рн* и *рвс*, м; *ωн* — скорость жидкости в нагнетательном трубопроводе трубопроводе, м/с; *ωвс* —скорость жидкости во всасывающем трубопроводе, м/с.

Если скорости *ωн ,* и *ωвс* близки и расстояние *Н0*  мало, то уравнение (2) упрощается:

  (2а)

Формулы (1) и (2) получаются из уравнения Бернулли, составленного для соответствующих сечений потока. Формула (2) применяется при испытании действующих насосов, а формула (1) — при проектировании насосных установок.

2. Мощность *N* (в кВт), потребляемая двигателем насоса:



Здесь *Q* — объемная производительность (подача) насоса \*, м3/с; ρ— плот­ность перекачиваемой жидкости, кг/м3; *g=* 9,81 м/с2 — ускорение свободного падения; *Н* — полный напор, развиваемый насосом, в метрах столба перека­чиваемой жидкости; *η* — общий к. п. д, насосной установки, представляющий собой произведение к. п. д, насоса ηн, к. п. д. передачи ηп и к, п. д. двигателя ηд:

 (4)

С запасом на возможные перегрузки двигатель к насосу уста­навливается несколько большей мощности Nуст, чем потребляе­мая мощность:



\* В учебника:: по насосным и вентиляторным установкам объемный расход жидкости (газа), подаваемой насосом (вентилятором), обычно обозначают через Q.

Коэффициент запаса мощности β берется в зависимости от величины *N* (табл. 2.1).

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N, кВТ | β | N, кВТ | β |
| <1 | 2 – 1,5 | 5 - 50 | 1,2 – 1,15 |
| 1 - 5 | 1,5 – 1,2 | <50 | 1,1 |

3. Теоретическая высота всасывания поршневого насоса *Нвс*(в м) определяется выражением (рис. 2):

 (5)

где А — атмосферное давление; *ht* — давление насыщенного пара всасываемой жидкости при температуре перекачивания *t*; *∑h —* потери высоты всасывания, включающие затрату энергии на сообщение скорости потоку жидкости и пре­одоление инерции столба жидкости во всасывающем трубопроводе, а также на преодоление трения и местных сопротивлений во всасывающей линии; с уве­личением частоты вращения (числа оборотов) насоса ∑*h* возрастает.

Все величины: A, *ht*, *∑h* — выражены в метрах столба перекачиваемой жидкости.



**Рис. 2.** Схема поршневого насоса.

Атмосферное давление *А* зависит от высоты места установки насоса над уровнем моря (табл. XIX).

Таблица XIX.

**Зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря**

**Пересчет в СИ: 1м вод.ст.=9810 Па**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота над уровнем моря, м | -600 | 0 | +100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1500 |
| Атмосферное давление *А*, м.вод.ст. | 11,3 | 10,3 | 10,2 | 10,1 | 10,0 | 9,8 | 9,7 | 9,6 | 9,5 | 9,4 | 9,3 | 9,2 | 8,6 |

Давление насыщенного пара вса­сываемой жидкости *ht,* определяется ее температурой. Для воды зависи­мость величины *ht* от температуры представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, 0С | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Давление насыщенного пара *ht*: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| м.вод.ст. | 0,09 | 0,12 | 0,24 | 0,43 | 0,75 | 1,25 | 2,02 | 3,17 | 4,82 | 7,14 | 10,33 |
| кПа | 0,88 | 1,18 | 2,36 | 4,22 | 7,36 | 12,26 | 19,82 | 31,1 | 47,3 | 70,04 | 101,3 |

Практически для определения допускаемой высоты всасывания (в м) при перекачивании воды поршневы­ми насосами рекомендуется пользо­ваться данными табл. XX.

Таблица ХХ

**Допустимая высота всасывания (в м) при перекачивании воды поршневым насосом**

|  |  |
| --- | --- |
| Частота вращения насоса, об/мин | Температура воды, 0С |
| 0 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 50 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 4 | 2,5 | 0 |
| 60 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 3,5 | 2 | 0 |
| 90 | 5,5 | 5 | 4,5 | 4 | 2,5 | 1 | 0 |
| 120 | 4,5 | 4 | 3,5 | 3 | 1,5 | 0,5 | 0 |
| 150 | 3,5 | 3 | 2,5 | 2 | 0,5 | 0 | 0 |
| 180 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | 0 | 0 | 0 |

4. Производительность поршне­вого насоса Q (в м3/с):

а) простого действия и дифферен­циального

 (6)

б) двойного действия

 (7)

Здесь *ηv* — коэффициент подачи, величина которого в среднем составляет 0,8—0,9; *F* — рабочая площадь (площадь поперечного сечения) поршня (плунжера), м2; *f*—площадь поперечного сечения штока; м2; *s* — ход поршня, м; *n*— частота вращения, т. е. число двойных ходов поршня в 1 мин.

5. Напор и производительность центробежного насоса при данной частоте вращения зависят друг от друга. Если на график этой зависимости, называемый характеристикой насоса, нанести кривую характеристики сети (рис. 3), то пересечение обеих кривых даст так называемую рабочую точку, определяющую напор и производительность насоса при работе его на данную сеть.



**Рис. 3.** **Характеристики центробежного на­соса (при n = const) и сети.**

К. п. д. центробежного насоса меняется при изменении напоpa и производительности.

При изменении в небольших пределах частоты вращения *п* центробежного насоса изменения его подачи *Q,* напора *Н* и потребляемой мощности *N* определяются следующими соотношениями:

 (8)

Высота всасывания центробежного насоса *Нвс* (в м) рассчитывается по формуле:



где А — атмосферное давление; *ht*—давление насыщенного пара всасываемой жидкости; *hп,*вс — гидравлическое сопротивление всасывающей линии, включая затрату энергии на сообщение скорости потоку жидкости; *hк*ав — кавитационная поправка (уменьшение высоты всасывания во избежание кавитации), зависящая от производительности насоса *Q* (в м3/с) и частоты вращения *п* (об/мин); *hк*ав = 0.00125 (Qn2)0,67.

Все величины: *A, ht, hп,*вс , *hк*ав — выражены *в* метрах столба перекачиваемой жидкости.