

Задание

Каждому студенту необходимо решить по одной задаче из каждого раздела практикума и прикрепить решение на учебном портале через расписание для проверки преподавателем.

№ варианта выбирать согласно первой букве фамилии:

Таблица выбора вариантов

№ варианта	№ задачи практического занятия 1	№ задачи практического занятия 2	№ задачи практического занятия 3
1	1.1	2.1	3.1
2	1.2	2.2	3.2
3	1.3	2.3	3.3
4	1.4	2.4	3.4
5	1.5	2.5	3.1
6	1.6	2.6	3.2
7	1.5	2.7	3.3
8	1.6	2.8	3.4
9	1.3	2.1	3.4
10	1.4	2.2	3.3
11	1.2	2.3	3.3
12	1.1	2.4	3.2
13	1.3	2.5	3.3

14	1.4	2.6	3.2
15	1.5	2.8	3.4
16	1.6	2.7	3.1
17	1.2	2.1	3.4
18	1.1	2.2	3.3
19	1.4	2.3	3.1
20	1.5	2.4	3.2
21	1.6	2.5	3.3

Практическое занятие №1

Задача 1.1.

Насос подает $120 \text{ м}^3/\text{час}$ воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает $P_n=1,8 \text{ ат}$, а вакууметр на всасывающем патрубке $P_v=250 \text{ мм рт. столба}$, расстояние между манометром и точкой присоединения вакууметра $1,5 \text{ м}$. Диаметр нагнетательного патрубка 100 мм , всасывающего 150 мм , коэффициент полезного действия насоса $\eta_n=0,65$. Определить мощность на валу насоса.

Задача 1.2.

Определить теоретическое давление, развиваемое нагнетателем при перемещении воздуха при температуре 15°C , если внутренний диаметр рабочего колеса $D_1=300 \text{ мм}$, абсолютная скорость при входе $c_1=4,0 \text{ м/с}$, угол между окружной и абсолютной скоростью при входе $\alpha_1 = 60^\circ$, наружный диаметр рабочего колеса $D_2=500 \text{ мм}$, абсолютная скорость при выходе $c_2=20,5 \text{ м/с}$, угол между окружной и абсолютной скоростью при выходе $\alpha_2 = 45^\circ$, угловая скорость вращения $\omega = 60 \text{ с}^{-1}$.

Задача 1.3.

Определить действительное давление, развиваемое центробежным нагнетателем при перемещении воздуха с плотностью $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$, если наружный диаметр рабочего колеса $D_2=500 \text{ мм}$, число оборотов вращения $n = 1250 \text{ мин}^{-1}$, коэффициент давления $\psi=0,85$.

Задача 1.4.

Определить удельное число оборотов (быстроходность) вентилятора, если при расходе воздуха $L=3000 \text{ м}^3/\text{час}$ он развивает давление $P=600 \text{ Па}$, число оборотов рабочего колеса $n=1250 \text{ об/мин}$.

Задача 1.5.

Вентилятор с рабочим колесом $D_{\text{ном}}$, работая на какую то сеть воздуховодов с частотой вращения рабочего колеса $n_1=850$ об/мин, обеспечивает при расходе $L_1=5000$ м³/час полное давление $P_1=400$ Па, потребляемая мощность $N_1=0,653$ кВт. Какой будет расход воздуха L_2 и полное давление P_2 , если

а) частота вращения рабочего колеса возрастет до $n_2=1450$ об/мин;

б) в сети будет работать вентилятор того же типа, но с колесом $1,05 D_{\text{ном}}$ и с частотой вращения $n_2=1450$ об/мин.

В соответствии с условиями гидродинамического подобия формула для пересчета подачи вентилятора при изменении диаметра и числа оборотов рабочего колеса имеет вид:

$$\frac{L'}{L} = \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^2 \frac{u'_2}{u_2},$$

где u'_2, u_2 - окружная скорость соответственно для измененного числа оборотов и первоначального числа оборотов, определяемая по формуле:

$$u = \frac{\pi D n}{60},$$

где

n – число оборотов вращения, мин⁻¹,

D', D – измененный и первоначальный диаметр рабочего колеса, м.

Формула для определения давления вентилятора при изменении числа оборотов и диаметра рабочего колеса:

$$\frac{P'}{P} = \frac{\rho'}{\rho} \left(\frac{u'_2}{u_2}\right)^2,$$

формула для пересчета мощности:

$$\frac{N'}{N} = \frac{P' L'}{P L}.$$

При подстановке в формулы выражения для окружной скорости получим:

$$\frac{L'}{L} = \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^3 \frac{n'}{n},$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\rho'}{\rho} \left(\frac{D'_2 n'}{D_2 n}\right)^2,$$

$$\frac{N'}{N} = \frac{\rho'}{\rho} \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^5 \left(\frac{n'}{n}\right)^3,$$

Задача 1.6.

Рабочее колесо центробежного вентилятора имеет внутренний и наружный диаметр соответственно $D_1=250$ мм, $D_2=350$ мм. Определить при какой частоте вращения вала рабочее колесо будет создавать теоретическое давление $P_1=800$ Па, если относительные скорости на входе и выходе колеса, равные соответственно $w_1=12$ м/с, $w_2=18$ м/с, составляют с окружными скоростями углы $\beta_1=120^\circ$, $\beta_2=60^\circ$. Плотность воздуха при стандартных условиях $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Практическое занятие №2

Характеристики сети и нагнетателя. Работа нагнетателя в сети. Регулирование производительности вентилятора. Работа нагнетателя при изменении плотности перемещаемой среды.

Задача 2.1.

Построить эпюры полного, статического и динамического давления для простой вентиляционной сети, состоящей из всасывающего и нагнетательного воздуховода. Расход воздуха $L=850 \text{ м}^3/\text{час}$, плотность воздуха $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, площади сечения воздухопроводов, $f_1=f_2=f_3=0,02 \text{ м}^2$, $f_4=0,05 \text{ м}^2$. $P_{0\text{вс}}=150 \text{ Па}$, $P_{0\text{наг}}=200 \text{ Па}$, потери давления в диффузоре после третьего сечения 50 Па .

Задача 2.2.

Построить характеристику вентиляционной сети, если по результатам расчета получены потери давления в сети $\Delta P=600 \text{ Па}$ при расчетном расходе воздуха $15000 \text{ м}^3/\text{час}$, а уравнение характеристики сети $P=100+kL^2$.

Задача 2.3.

Дана характеристика центробежного насоса при частоте вращения $n_1=1450 \text{ об}/\text{мин}$. Построить характеристику этого насоса при $n_2=1650 \text{ об}/\text{мин}$. Диаметр рабочего колеса неизменен.

Для насосов рабочая характеристика строится в виде зависимости напора насоса, потребляемой мощности и коэффициента полезного действия от подачи насоса при постоянной частоте вращения. С изменением частоты вращения его характеристика изменяется. Пересчет характеристик центробежного насоса производится с помощью законов пропорциональности, выражающих свойства подобных режимов работы данного насоса при разных частотах вращения:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1},$$
$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2,$$
$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3.$$

При определении мощности предполагается, что для подобных режимов значение к.п.д. насоса можно приближенно считать одинаковым.

Точки каждого семейства подобных режимов лежат в координатах Q-H на квадратичной параболе, вершина которой находится в начале координат (парабола подобных режимов).

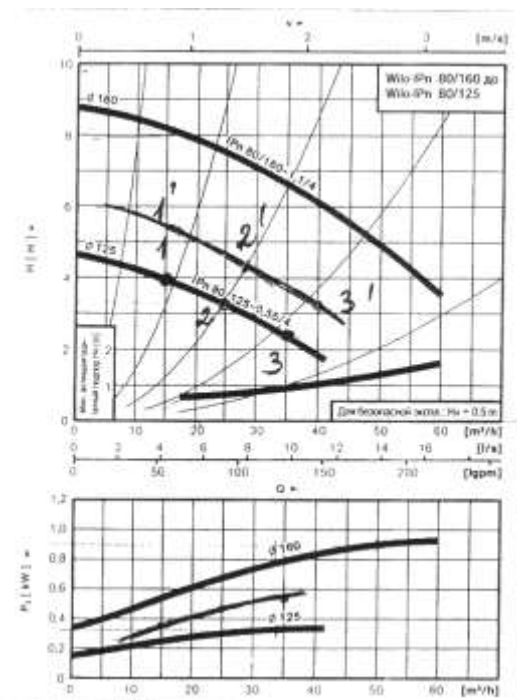


Рис.2.3.1

Задача 2.4.

Подобрать циркуляционный насос для системы отопления, если расчетный расход теплоты на отопление здания 15000 Вт, потери давления в системе 13000 Па, расчетные параметры теплоносителя 95-70 °С.

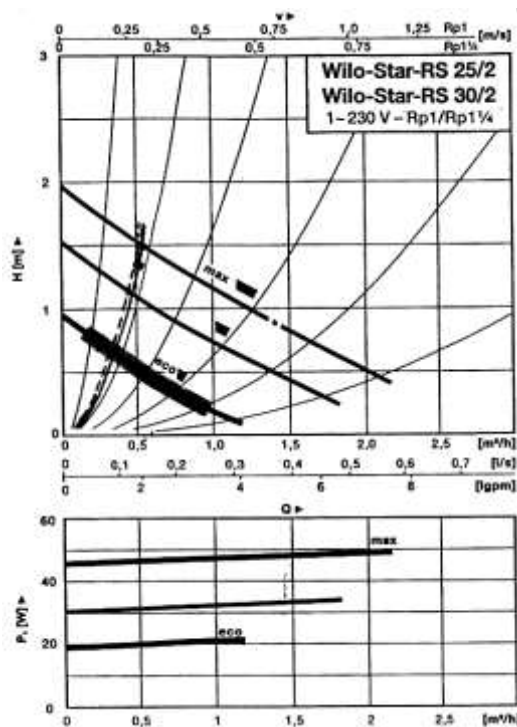


Рис.2.4.1

Задача 2.5.

Подобрать центробежный вентилятор и определить все параметры в рабочей точке

(расход воздуха, давление, к.п.д., мощность , если при расчете сети получено: расчетный расход воздуха 3000 м³/час, давление 250 Па. Для уменьшения расхода воздуха в сети до 2000 м³/час применяется дросселирование. Сравнить мощность и коэффициент полезного действия до и после дросселирования.

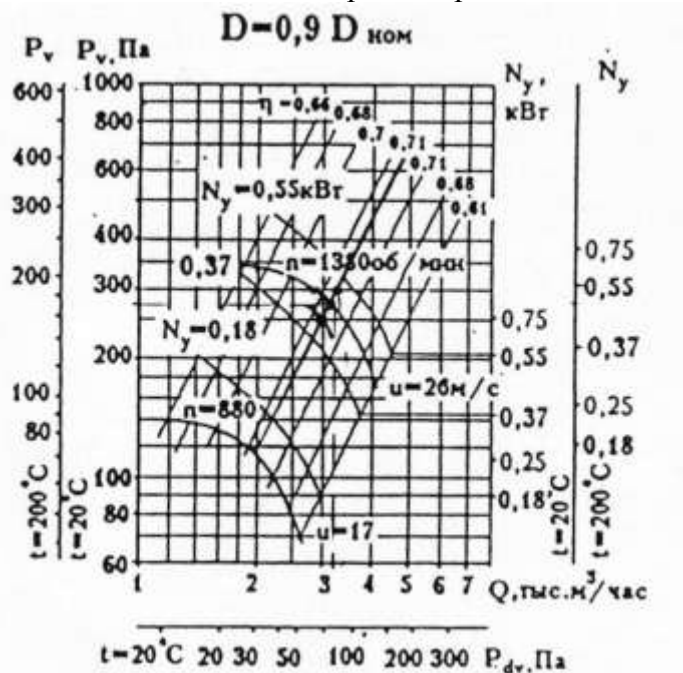


Рис.2.5.1

Задача 2.6.

Для дутья в топке парового котла используется вентилятор, характеристика которого при $n=960$ об/мин представлена на рисунке. Давление, создаваемое вентилятором $P=1000$ Па. Для нормальной работы котла в топку следует подавать воздуха в полтора раза больше. Определить частоту вращения вала двигателя и его мощность, обеспечивающую требуемую производительность. Считать, что полный коэффициент полезного действия вентилятора остается неизменным. Характеристика сети $P=200+kL^2$.

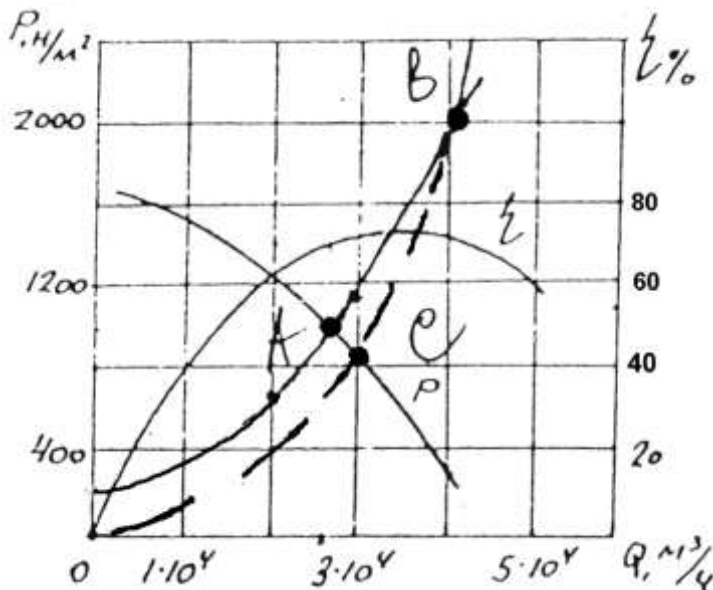


Рис.2.6.1

Задача 2.7.

Определить производительность, давление и мощность на валу вентилятора для транспортировки древесных опилок, если его производительность, давление и мощность на валу при стандартных условиях эксплуатации (чистый воздух без примесей) соответственно $L=5000 \text{ м}^3/\text{час}$, $P=1300 \text{ Па}$, весовая концентрация опилок $\mu=0,25$ и $\mu=0,05$.

Коэффициент k , зависящий от вида примесей принять равным 1,4 , $k=1$.

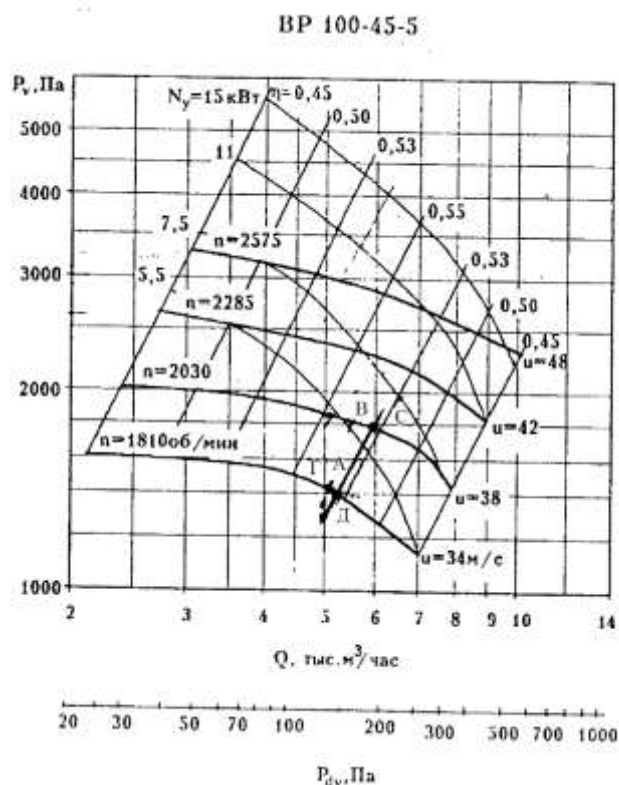


Рис.2.7.1

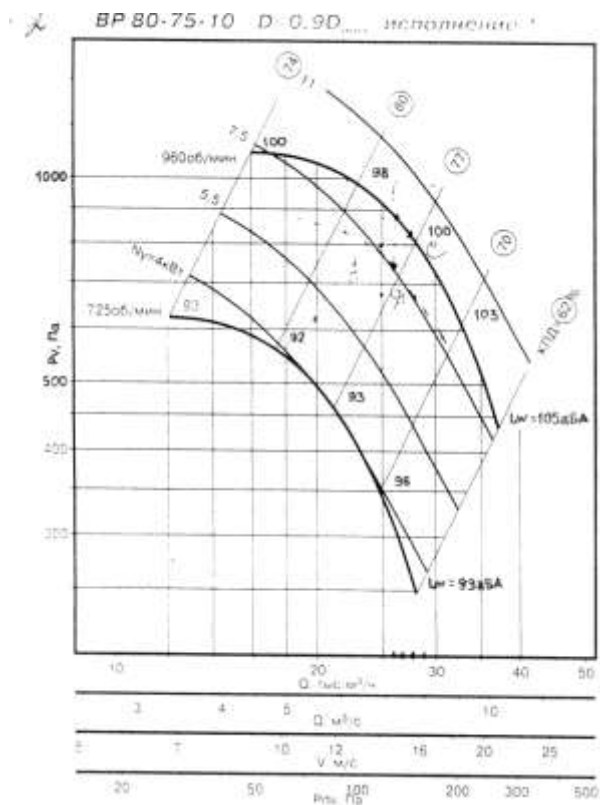
Задача 2.8.

Воздух в количестве $G=30000 \text{ кг/час}$ нагревается в воздухонагревателе от 20°C до 80°C . Подобрать вентилятор и определить производительность, давление и мощность на валу вентилятора при установке его перед воздухонагревателем и за ним, если потери давления в системе при стандартных условиях (температура 20°C) 800 Па .

Давление и мощность, потребляемые вентилятором прямо пропорциональны плотности перемещаемой среды. Потери давления в сети также пропорциональны плотности среды. При изменении температуры воздуха изменяется его плотность. Проанализируем работу вентилятора при установке его перед вентилятором и за ним. Если в воздухонагреватель не поступает теплоноситель, то все параметры работы вентилятора: расход воздуха L , давление P , потребляемая мощность одинаковы независимо от места установки воздухонагревателя. При нагревании воздуха в воздухонагревателе плотность его уменьшается, причем, если воздухонагреватель установлен после вентилятора, то изменяется только характеристика сети, тогда как при установке воздухонагревателя до вентилятора изменяется одновременно характеристика вентилятора и вентиляционной сети. При наложении измененной характеристики сети (более пологая), вызванной

изменением температуры, на характеристику вентилятора при установке его перед воздухонагревателем рабочая точка переместится вправо, при этом увеличится расход воздуха и потребляемая мощность, давление при этом снизится.

При наложении измененной характеристики сети на измененную характеристику вентилятора при установке его после воздухонагревателя, расход воздуха сохранится неизменным, но уменьшатся потребляемая мощность и давление.



Практическое занятие №3

Задача 3.1.

По заданной характеристике центробежного насоса Willo-TOP-S 65/10 с минимальным числом оборотов построить характеристику двух совместно работающих соединенных параллельно одинаковых насосов, найти рабочую точку и определить параметры работы одного насоса (подачу, напор, потребляемую мощность) при совместной работе и при отключении одного. Расход воды $Q = 15 \text{ м}^3/\text{час}$. Потери напора в сети вместе с динамическим давлением на выходе 5 м водяного столба.

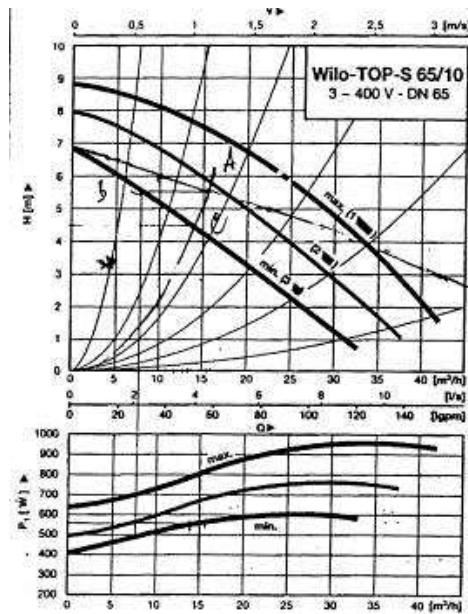


Рис.3.1.1

Задача 3.2.

По заданной характеристике центробежного насоса Wilo-TOP-S 65/7 построить характеристику двух совместно работающих соединенных последовательно одинаковых насосов, найти рабочую точку и определить параметры работы одного насоса (подачу, давление, мощность) при совместной работе и при отключении одного. Расход воды $Q=15 \text{ м}^3/\text{час}$, потери напора в сети вместе с динамическим давлением на выходе 5 м водяного столба, дополнительные потери напора в отключенном насосе 0,5 м.

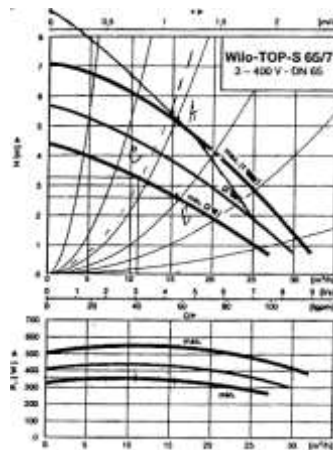


Рис.3.2.1

Задача 3.3.

По заданной характеристике центробежного вентилятора ВР 86-77-5 с колесом $D=0,9D_{\text{ном}}$ и числом оборотов $n = 1420 \text{ об/мин}$ построить характеристику двух совместно работающих соединенных последовательно одинаковых вентиляторов, найти рабочую точку и определить параметры работы одного вентилятора (расход воздуха, давление, коэффициент полезного действия, мощность) при совместной работе и при

отключении одного. Расход воздуха $L=5000 \text{ м}^3/\text{час}$, потери давления в сети вместе с динамическим давлением на выходе 1000 Па , дополнительное сопротивление отключенного вентилятора 150 Па .

Задача 3.4.

По заданной характеристике центробежного вентилятора ВР 86-77-5 с колесом $D=0,95D_{\text{ном}}$ и числом оборотов $n = 920 \text{ об/мин}$ построить характеристику двух совместно работающих соединенных параллельно одинаковых вентиляторов, найти рабочую точку и определить параметры работы одного вентилятора (расход воздуха, давление, коэффициент полезного действия, мощность) при совместной работе и при отключении одного. Расход воздуха $L = 6000 \text{ м}^3/\text{час}$, потери давления в сети вместе с динамическим давлением на выходе 275 Па .

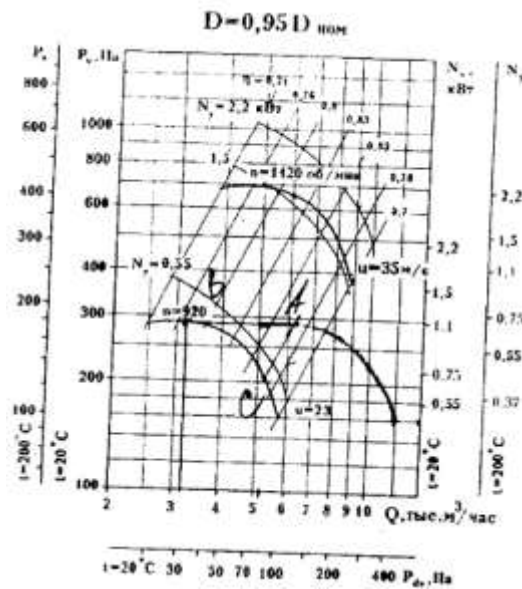


Рис. 3.4.1