

Практичне заняття №2

Тема: Проектування шахтної вентиляторної установки

Мета: навчитись визначати основні параметри, виконувати розрахунки по проектуванню та вибирати технологічне та електричне обладнання вентиляторної установки

1 Порядок проектування шахтної вентиляторної установки

1. Вибір найвигіднішої установки.
2. Вибір засобу регулювання робочих режимів.
3. Побудування характеристики вентиляторної мережі та визначення робочих режимів вентиляторної установки.
4. Визначення резерву продуктивності вентилятора та вибір засобу реверсування вентиляційної мережі.
5. Визначення потужності двигуна.
6. Визначення середньорічної витрати електроенергії.
7. Вибір схеми дистанційного керування і контроль вентиляторної установки.

2 Індивідуальні завдання для проектування шахтної вентиляторної установки

Вихідні дані для виконання практичної роботи по проектуванню шахтної вентиляторної установки приведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку

№ вар.	Витрата Q , м ³ /с	Мінімальний тиск, $H_{\min}$, Па	Максимальний тиск, $H_{\max}$, Па	Термін дії T , років
1	60	2000	4000	20
2	300	2000	7000	50
3	30	1500	2500	40
4	100	1000	2500	30
5	300	3000	8000	50
6	200	1700	3600	40
7	60	1000	3000	25
8	300	1300	3200	30
9	250	2000	4000	50
10	60	800	3200	35
11	16	2400	3200	10
12	500	1500	3200	50
13	400	1800	8000	50
14	70	2000	4000	35
15	28	1200	2800	30
16	60	1800	3800	30
17	80	1000	3000	20
18	50	1000	3200	25
19	100	800	2800	30
20	25	1500	2800	50
21	400	2400	6400	30
22	80	1000	3500	30
23	320	3200	8000	50
24	300	3000	8200	50
25	380	3000	7250	35
26	250	2020	8000	45
27	60	1800	4500	30
28	280	3500	7500	40
29	200	1700	4000	30
30	80	1000	2500	30

III. Загальні положення при проектуванні вентиляторної установки.

При проектуванні вентиляторної установки вихідними даними є:

необхідна продуктивність Q , мінімальний $H_{y-ct \min}$ і максимальний $H_{y-ct \max}$ тиск, категорія шахти по газу, тривалість експлуатації установки T .

При проектуванні необхідно:

- 1) на основі техніко-економічного порівняння можливих варіантів вибрати одну з найвигідніших вентиляторних установок;
- 2) встановити засіб регулювання і виконати розрахунки, пов'язані з регулюванням робочих режимів вентилятора;
- 3) визначити потужність двигуна і вибрати його;
- 4) вибрати пуско - регулюючу апаратуру, апаратуру управління, засоби контролю, кабельну продукцію.

Вибір вентиляторів при заданих Q , $H_{y-ct \min}$ і $H_{y-ct \max}$ здійснюють по зведеному графіку областей їх промислового використання (мал. 1). Заданим умовам можуть задовольняти два і більш вентиляторів. З економічної точки зору найбільш вигідним є вентилятор, для якого річні витрати з врахуванням капітальних вкладень мінімальні.

Річні витрати складаються із середньорічної вартості споживаної електроенергії, амортизаційних відрахувань по установці, вентилятору, витрат на поточні ремонти, ревізії і наладки, заробітної платні обслуговуючого персоналу, вартості матеріалів і тієї частини вартості установки, яка в середньому доводиться на один рік періоду її окупності.

В цілях визначення вказаних витрат до індивідуальними аеродинамічними характеристиками заздалегідь вибраних вентиляторів знаходять для кожного вентилятору к. к. д. при $H_{y-ct \min}$ і $H_{y-ct \max}$ і потужність двигуна. Далі орієнтовно по каталогах приймають двигуни і вибирають апаратуру управління.

Середньорічну вартість електроенергії визначають за двух - ставочному тарифом — за витрачену активну енергію і за встановлену потужність:

$$C_{\Sigma} = W_{rka} + N_{yky} \quad (1.1)$$

де:

W_r і $k_a = 0,156$ крб. — відповідно середньорічна витрата електроенергії (кВт·ч) і вартість 1 кВт·ч;

N_y і $k_y = 12,8$ крб. — відповідно встановлена потужність двигуна (кВ·А) і річна вартість 1 кВ·А.

Середньорічну витрату електроенергії установки, вентилятору W_r обчислюють за формулою:

$$W_r = \frac{Q_{cp} H_{cp}}{1000 \eta_{cp} \eta_n \eta_d \eta_c \eta_p} n_q n_d, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (1.2)$$

де: $Q_{cp} = \frac{Q_{\max} + Q_{\min}}{2}$ — середнє значення продуктивності, м³/з;

$H_{cp} = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2}$ — середнє значення тиску, Па;

η_{cp} - середній к. к. д. вентиляторної установки;

η_n - 0,9 ... 0,95, к. к. д. відповідно передаючи від двигуна до вентилятору (якщо вона застосовується)

η_d - 0,85 ... 0,95, к. к. д. двигуна;

η_c - 0,95 — к. к. д. електричної мережі;

η_p - 0,8 ... 0,9 — к. к. д. регулювання, враховувати всі пов'язані з ним витрати електроенергії;

n_q і n_d — відповідно кількість робочих годин вентилятору на добу і робочих днів його на рік.

Встановлену потужність (кВ·А) приймають для вибраного двигуна по каталогу або визначають по формулі:

$$N_y = \frac{N}{\eta_o \cos \varphi} \quad (1.3)$$

де: η_o і $\cos \varphi$ — коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності прийнятого двигуна.

Річну суму амортизаційних відрахувань знаходять за вартістю основних видів устаткування - вентиляторів, електроприводу, засобів автоматизації, вартості монтажу, вартості будівель і споруд.

Вартість устаткування встановлюють по номенклатурних довідниках, а вартість монтажу орієнтовно приймають рівною 14 % від вартості устаткування обладнання.

Вартість будівель і споруд визначають по кошторисах типових проектів на будівництво установок, вентиляторів. При наближених розрахунках вартість будівель і споруд (каналів, дифузорів і т. д.) можна обчислити виходячи з їх об'єму, що встановлюється за зовнішніми розмірами, і середньою вартістю (1 м^3 — 21 крб. 50 коп.).

Норми амортизаційних відрахувань складають: 12 % — для механічного устаткування, апаратури управління і пуско - регулюючої апаратури; 7,4 % — для електродвигунів потужністю понад 100 кВт; 3,2 % — для будівель і споруджень.

Середньорічна вартість поточних ремонтів і ревізії невелика, для різних вентиляторів вона приблизно однакова і складає 2570 ... 2930 крб., тому при порівнянні варіантів цю величину можна до уваги не приймати.

Заробітна платня обслуговуючого персоналу складається із основної оплати, визначеної згідно штатному розкладу по тарифних ставках і окладах, різних доплат і нарахувань.

При автоматизованих установках вентиляторів заробітну платню в розрахунках можна не враховувати, оскільки чергового обслуговуючого персоналу установки не має, а зарплата слюсарів тих, що періодично оглядають установку, відноситься до загальним шахтним витратам.

Вартістю матеріалів можна знехтувати, як величиною незначної.

Таким чином, середньорічні витрати (крб.) при порівнянні варіантів

$$C = C_3 + C_a + EC_y \quad (1.4)$$

де: C_3 — середньорічна вартість електроенергії;

C_a — річна сума амортизаційних відрахувань;

$E = 0,14$ — нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

C_y — вартість установки, вентилятора (сумарна вартість обладнання і монтажу, будівель і споруд).

При виборі вентиляторів окрім економічних міркувань необхідно враховувати і інші фактори. Наприклад, при розташуванні вентиляторної установки у межах населеного пункту доцільно застосовувати практично безшумні відцентрові вентилятори.

Засіб регулювання робочих режимів передбачений конструкцією вентилятора. Розрахунки по регулюванню полягають у визначенні числа ступенів регулювання і робочих режимів на цих рівнях, а також тривалості роботи на кожному ступені.

Для визначення числа ступенів регулювання необхідно на аеродинамічну характеристику вентилятора накласти характеристики вентиляційної мережі при $H_{y-ст-мин}$ і $H_{y-ст-маx}$. Характеристики вентиляційної мережі будують по точках, отриманим шляхом обчислень H по формулі:

$$H = RQ^2 \text{ Па} \quad (1.5)$$

задаючись різними значеннями Q від 0 до 1,25 необхідної продуктивності. З'єднавши точки заданих режимів лінією, знаходять число ступенів регулювання по точкам перетину цієї лінії з характеристиками вентилятора.

Резерв продуктивності вентилятора встановлюють, як відношення продуктивності вентилятора, визначає точками перетину характеристик вентиляційної мережі з правою кордонною характеристикою вентилятора, до заданої продуктивності. Вентилятор повинен мати не менше ніж 20 %-й резерв продуктивності.

Для реверсивних вентиляторів необхідно визначати продуктивність при реверсуванні вентиляційного струменя. Відповідно до ПБ вона повинна бути не менше 60 % від продуктивності при нормальній роботі.

Розрахункову потужність двигуна для кожної ступені регулювання по максимальному тиску на цьому ступені. знаходять по формулі:

$$N = \frac{QH}{1000\eta} \quad (1.6)$$

де: η - к. к. д. турбомашини.

В процесі експлуатації установки може виникнути необхідність заміни двигуна при переході з одної ступені регулювання на іншу.

Запас потужності прийнятого двигуна по відношенню до розрахункової потужності повинен складати 10 ... 15 %.

Середньорічну витрату електроенергії за період експлуатації на кожному ступені регулювання визначають по формулі (1.2).

Вибір пуско - регулюючої апаратури, апаратури управління і засобів контролю виконується на підставі їх технічних характеристик по довідниках і каталогах.

Додаток 1. Зведені графіки областей промислового використання осьових вентиляторів місцевого провітрювання

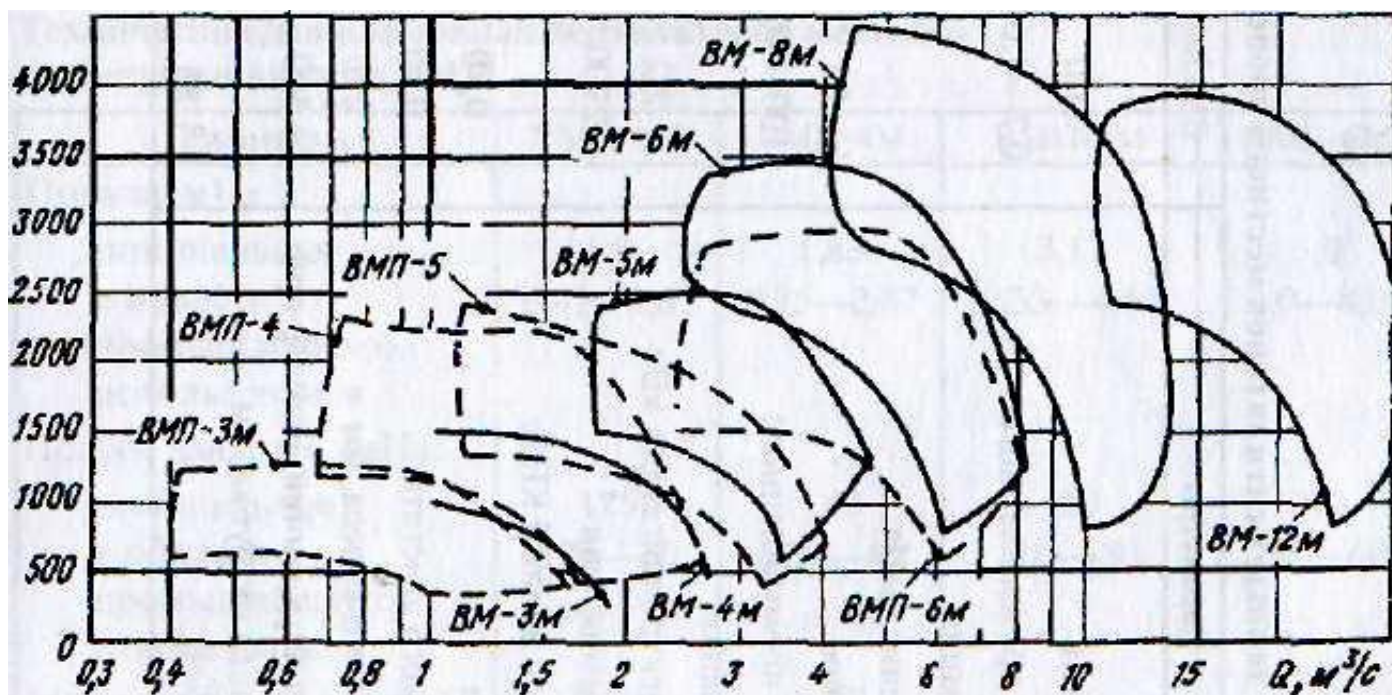


Рис. 1.1 – Графік областей промислового використання вентиляторів місцевого провітрювання

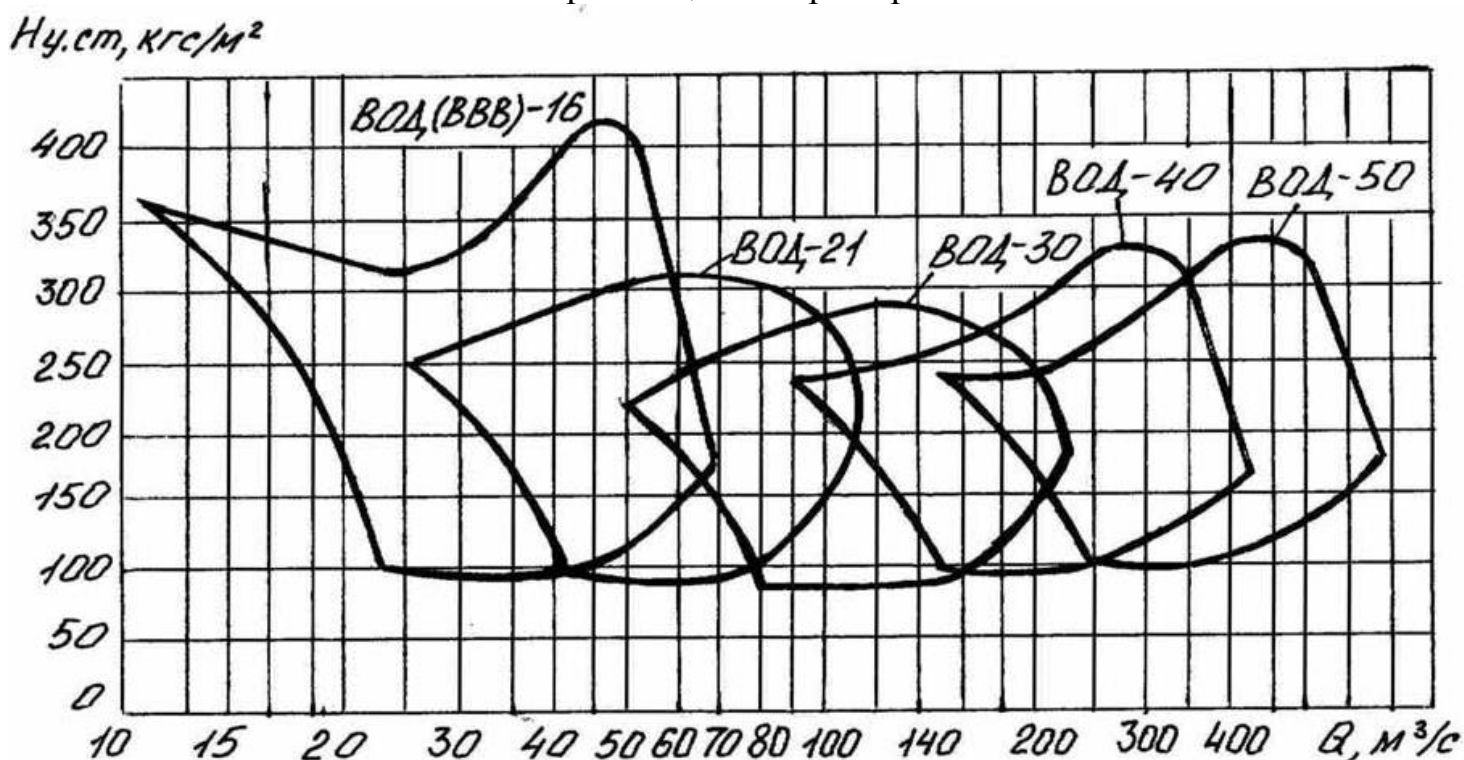


Рис. 1.2 – Графік областей промислового використання осьових вентиляторів головного провітрювання

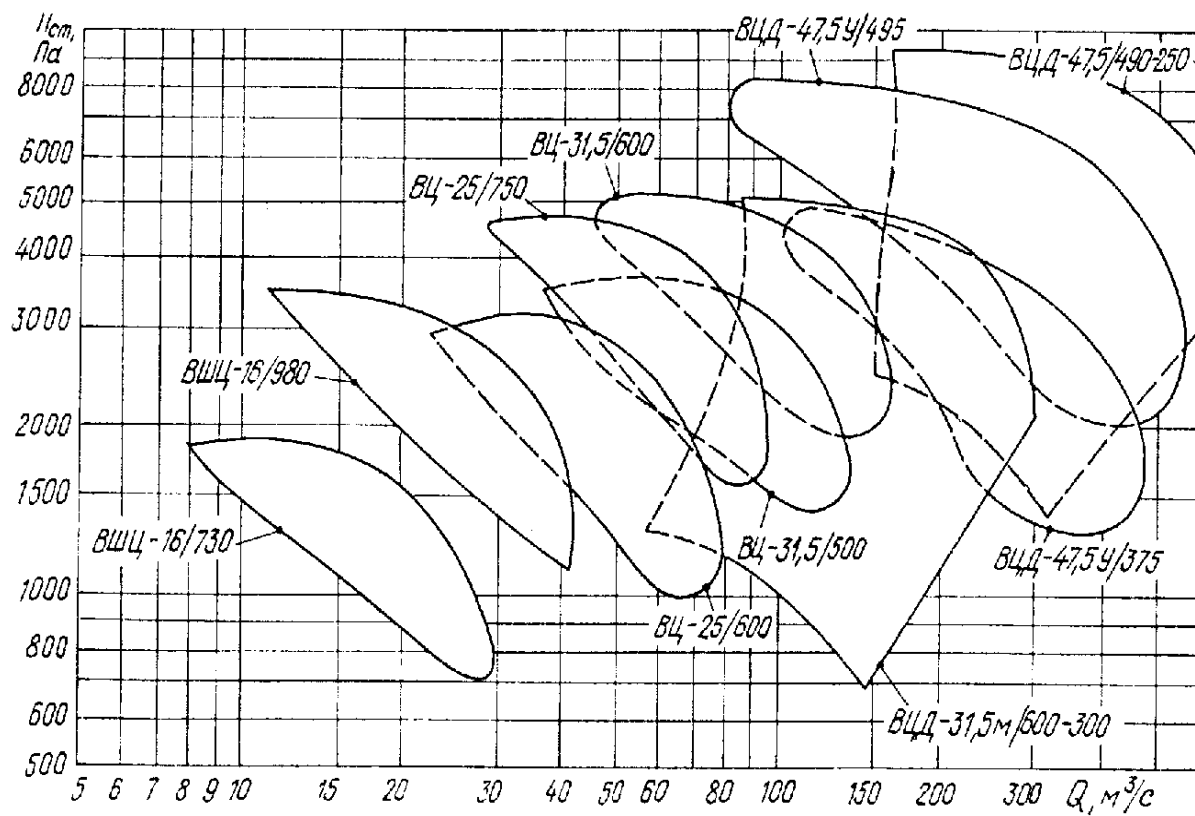
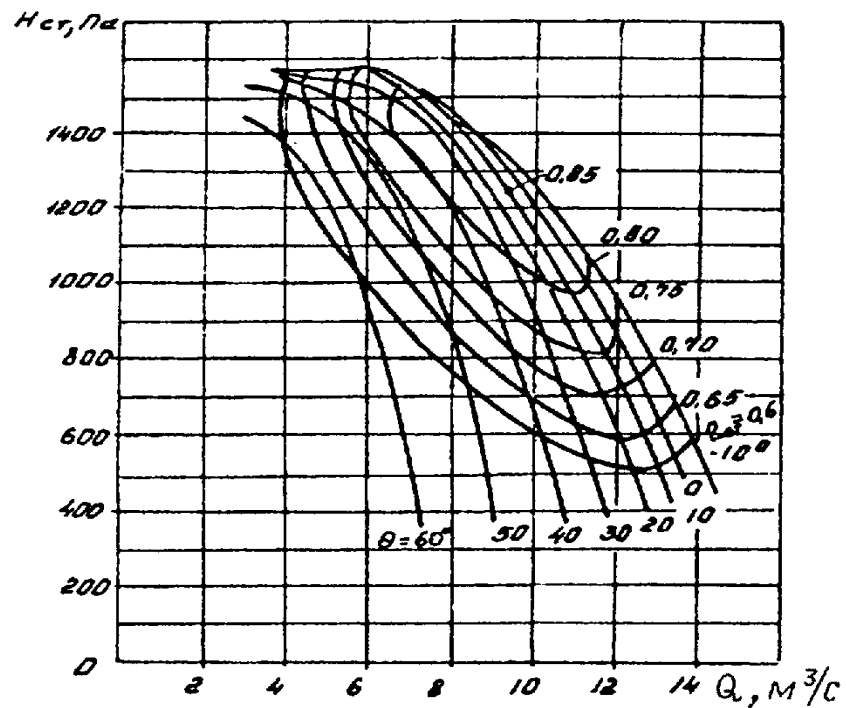
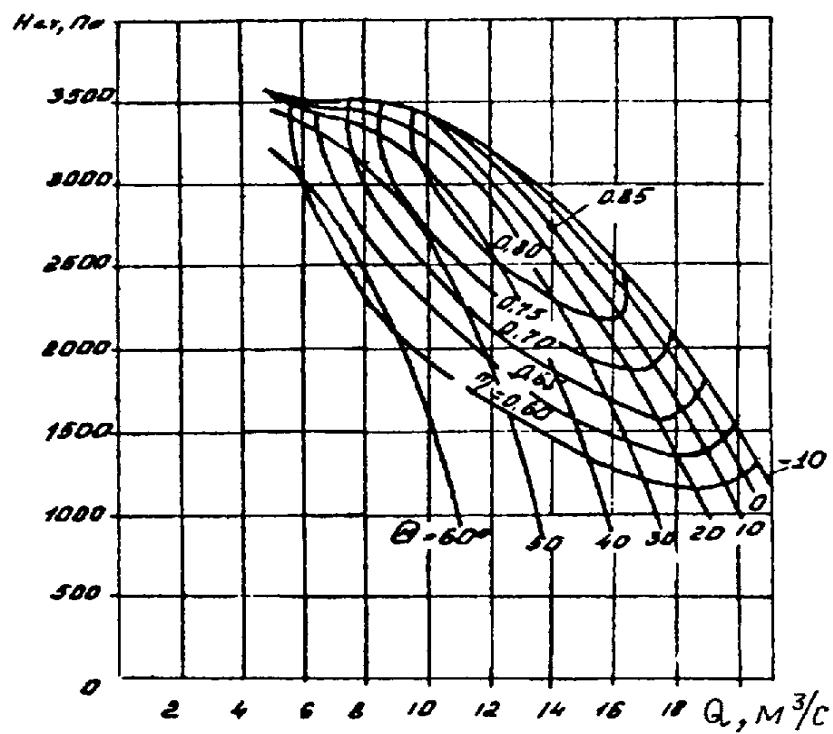


Рис.1.3- Зведені графіки областей промислового використання відцентрових вентиляторів головного провітрювання

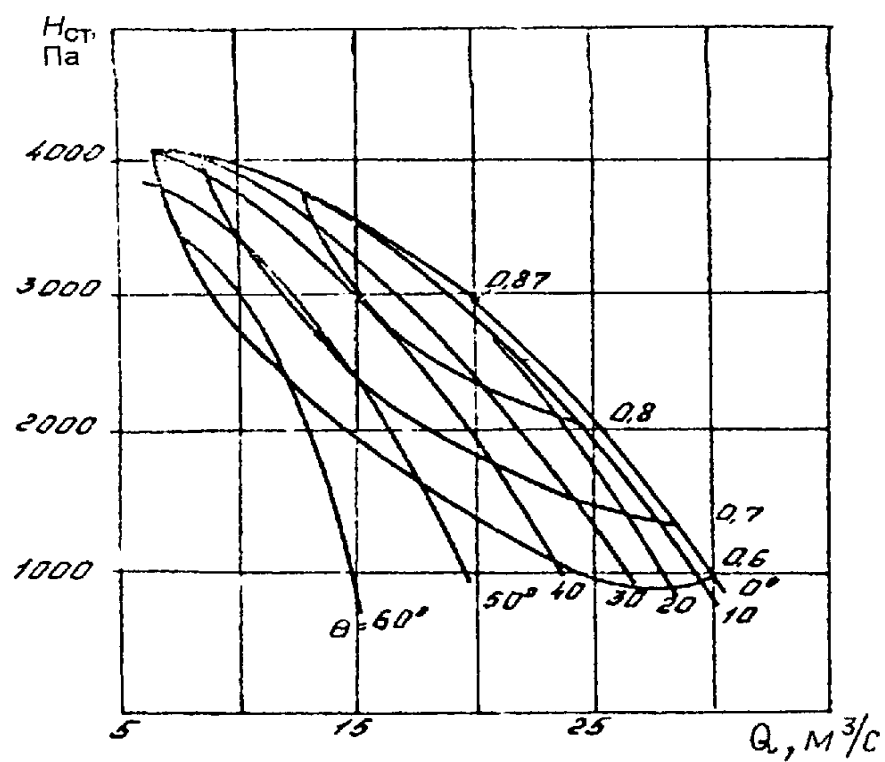
Додаток 2. Аеродинамічні характеристики вентиляторів



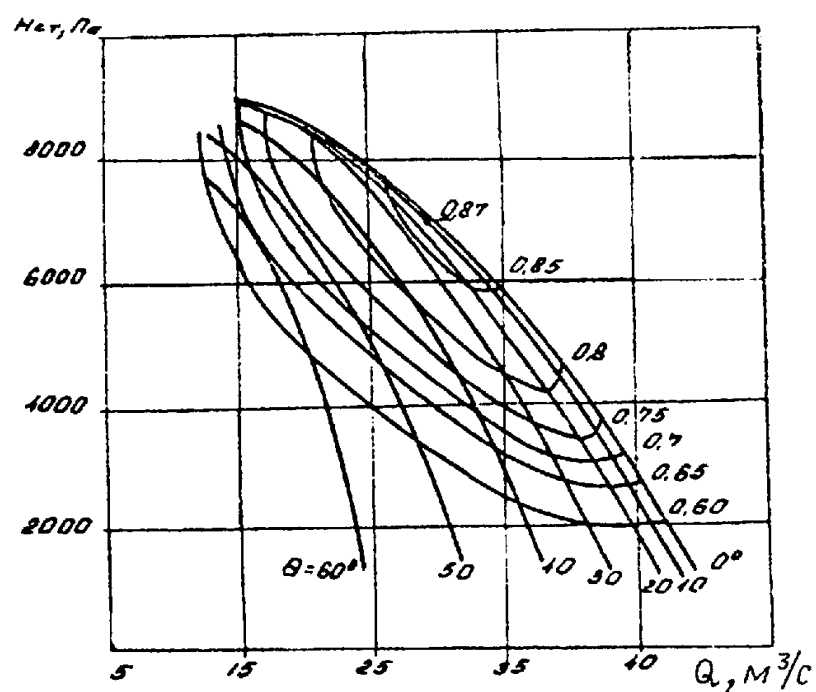
Вентилятор відцентровий ВВ-11М ($n=980$ об/хв.)



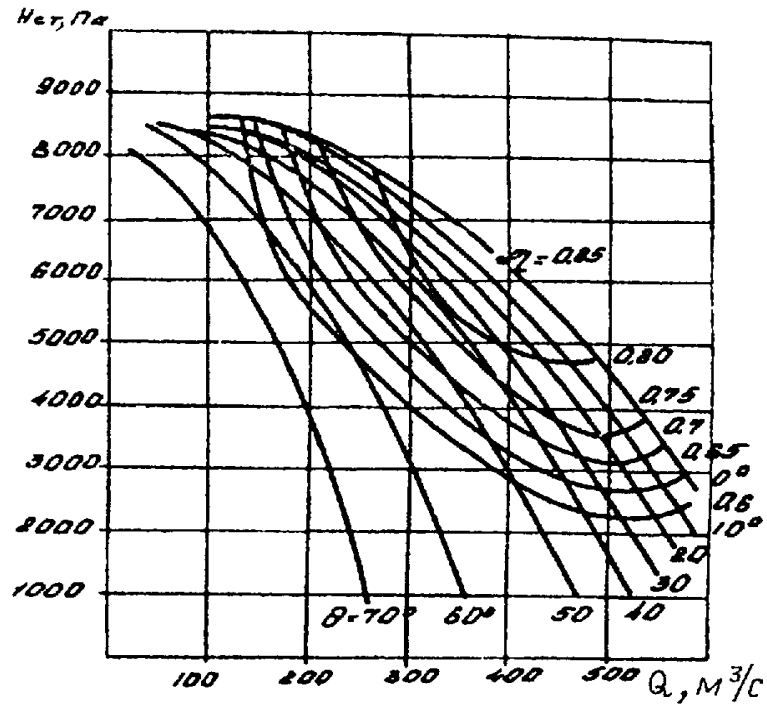
Вентилятор відцентровий ВВ-11М ($n=1460$ об/хв.)



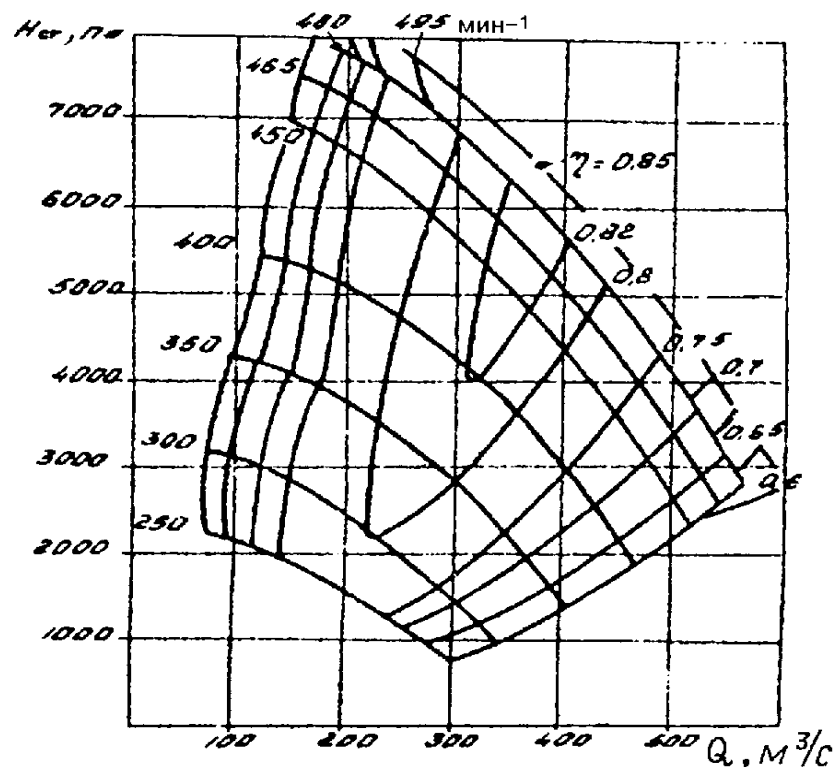
Вентилятор відцентровий ВПП-16 ($n=975$ об/хв.)



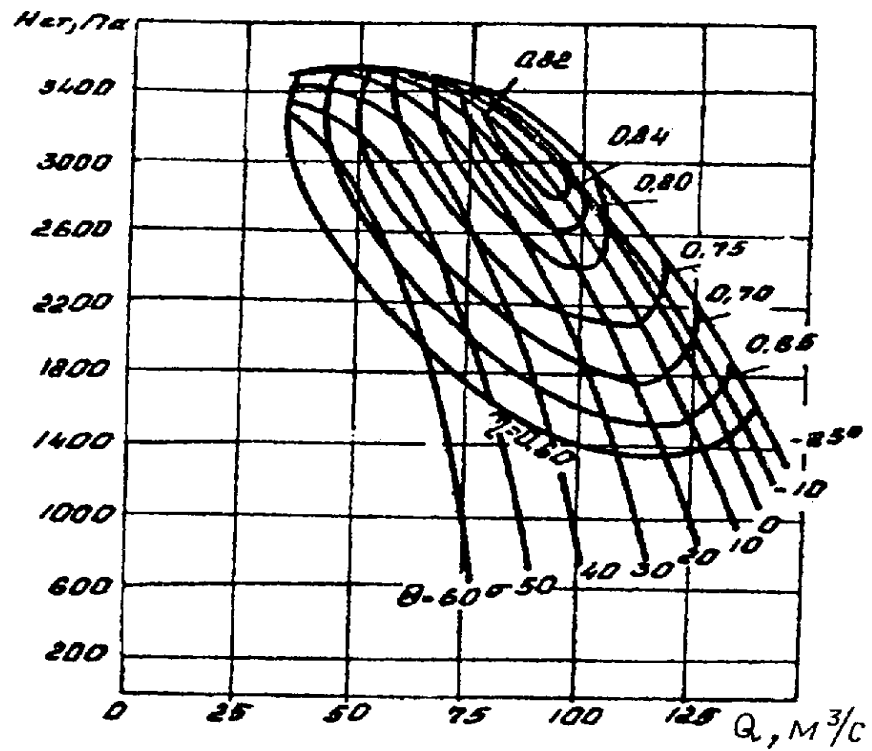
Вентилятор відцентровий ВПП-16 ($n=1470$ об/хв.)



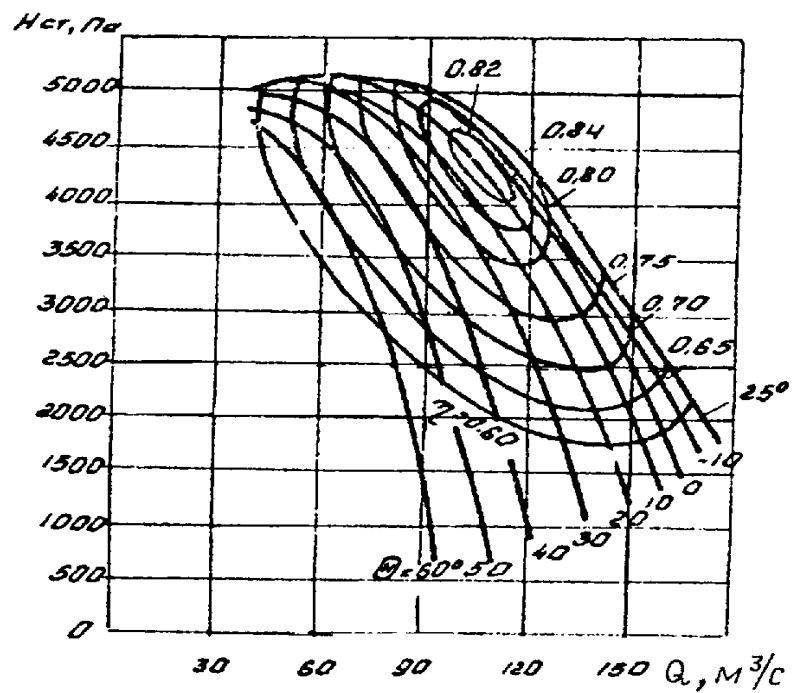
Вентилятор відцентровий ВВД-47,5У ($n=495$ об/хв.)



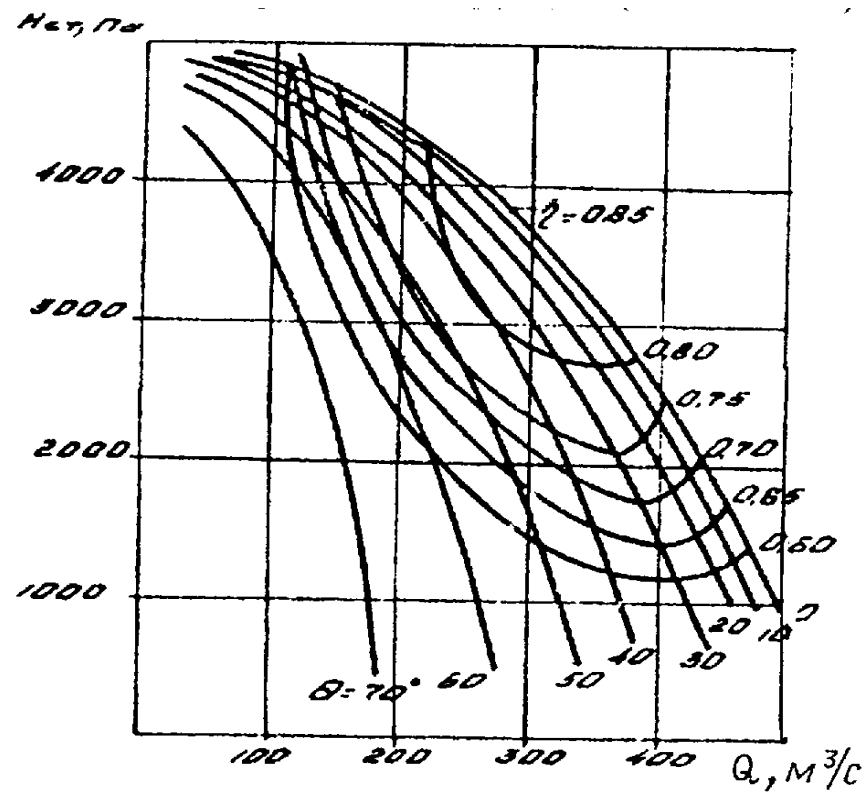
Вентилятор відцентровий ВВД-47,5У-Р ($n=495$ об/хв.)



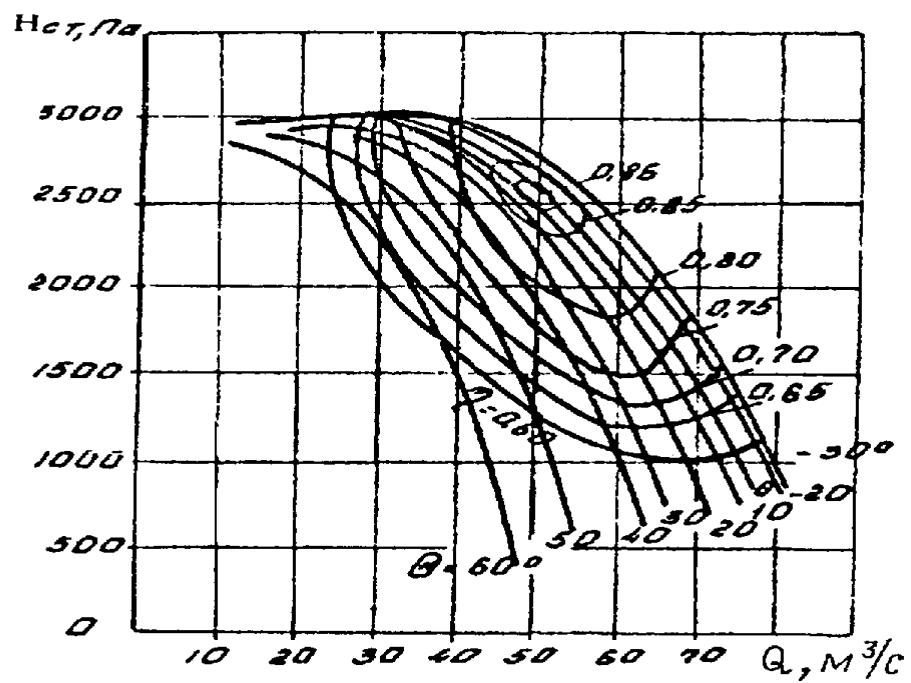
Вентилятор відцентровий ВВД-31,5М ($n=500$ об/хв.)



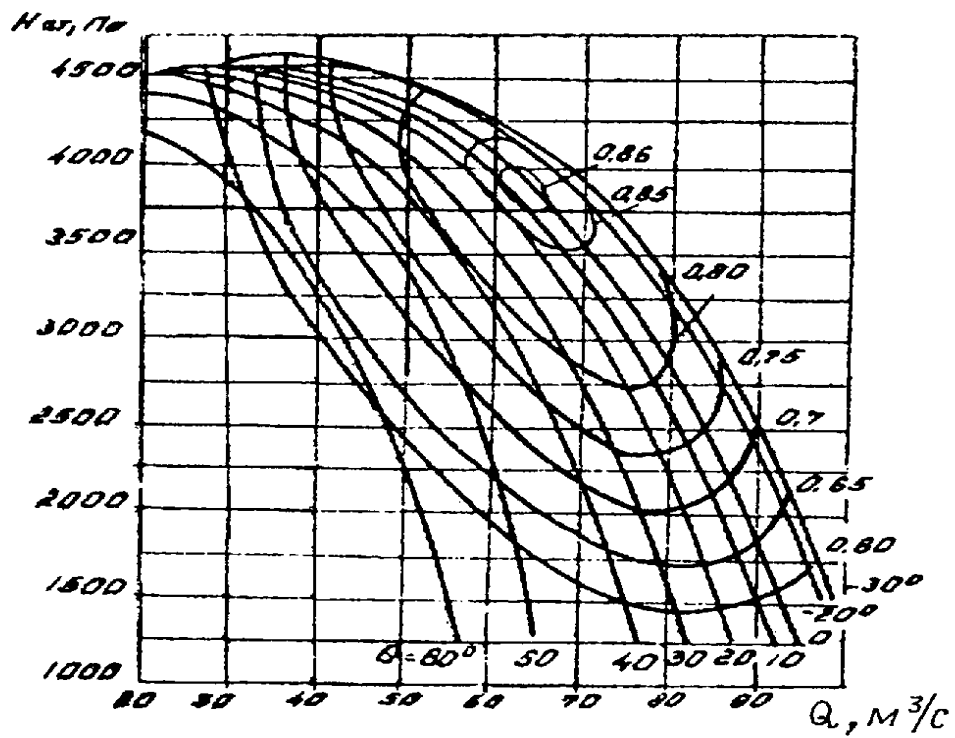
Вентилятор відцентровий ВВД-31,5М ($n=600$ об/хв.)



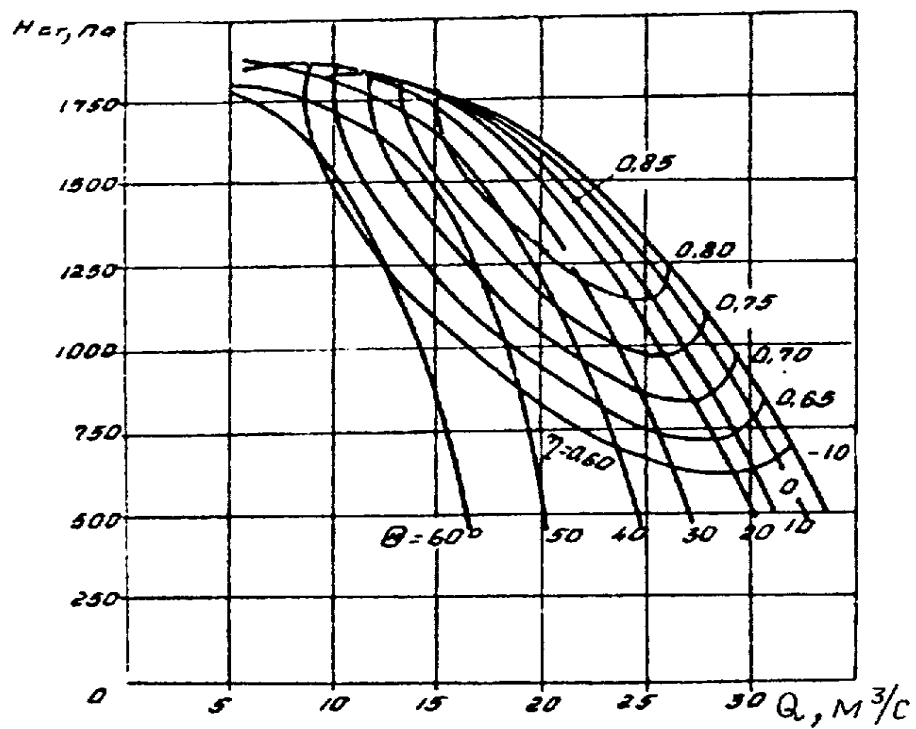
Вентилятор відцентровий ВВД-47,5М ($n=375$ об/хв.)



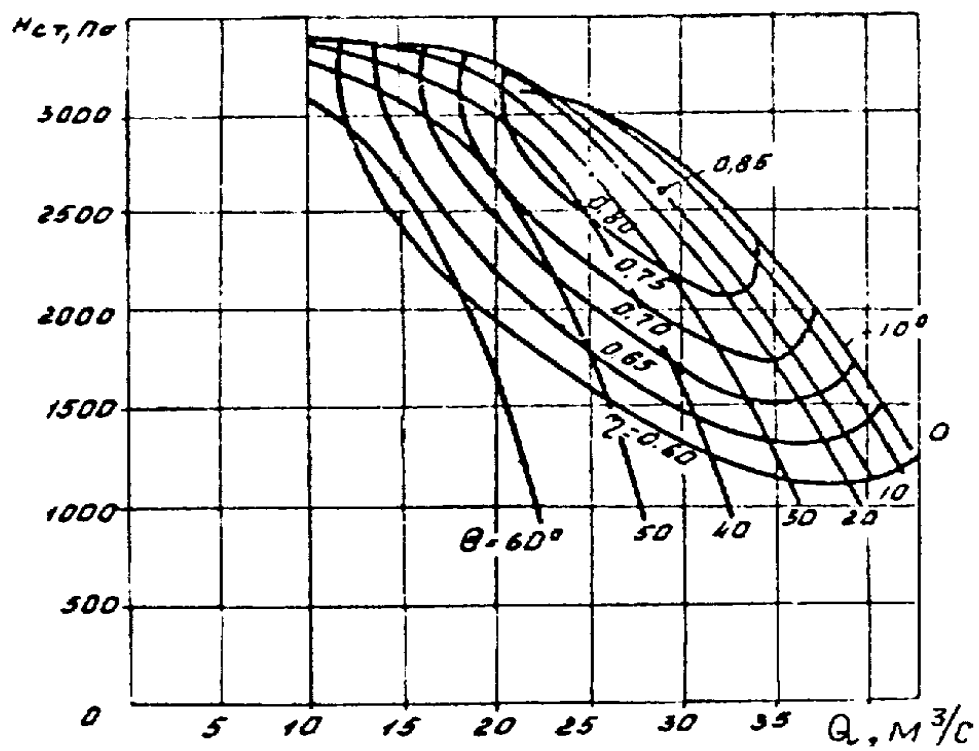
Вентилятор відцентровий ВВ-25М ($n=600$ об/хв.)



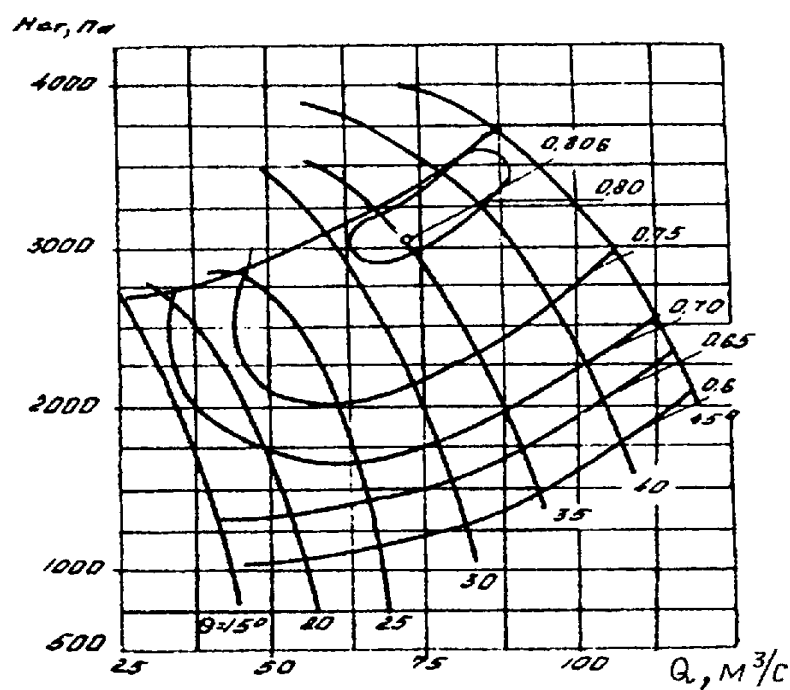
Вентилятор відцентровий ВВ-25М ($n=750$ об/хв.)



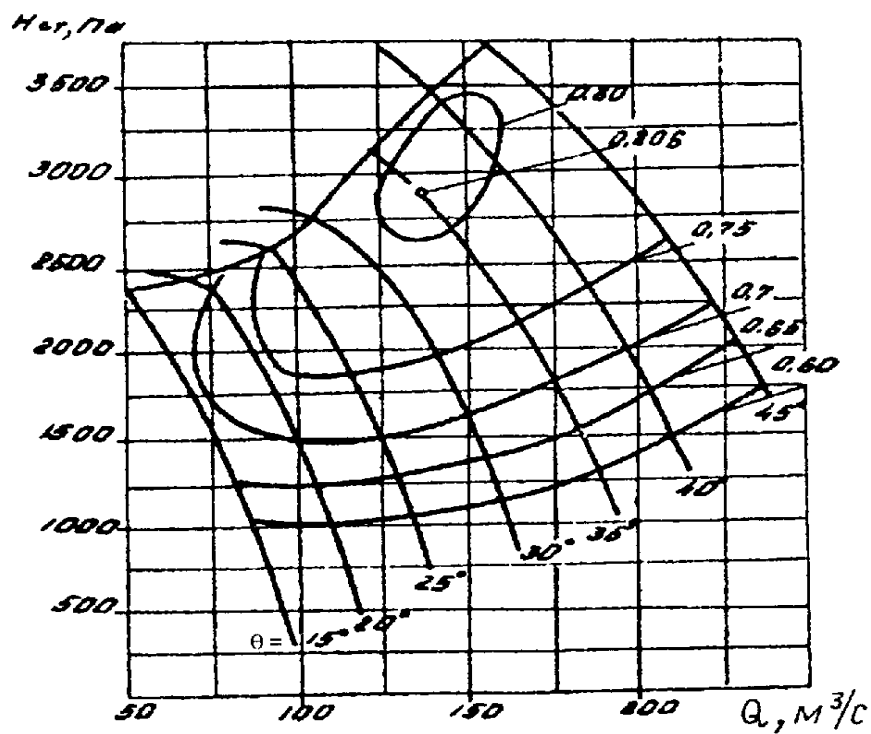
Вентилятор відцентровий ВШЦ-16 ($n=730$ об/хв.)



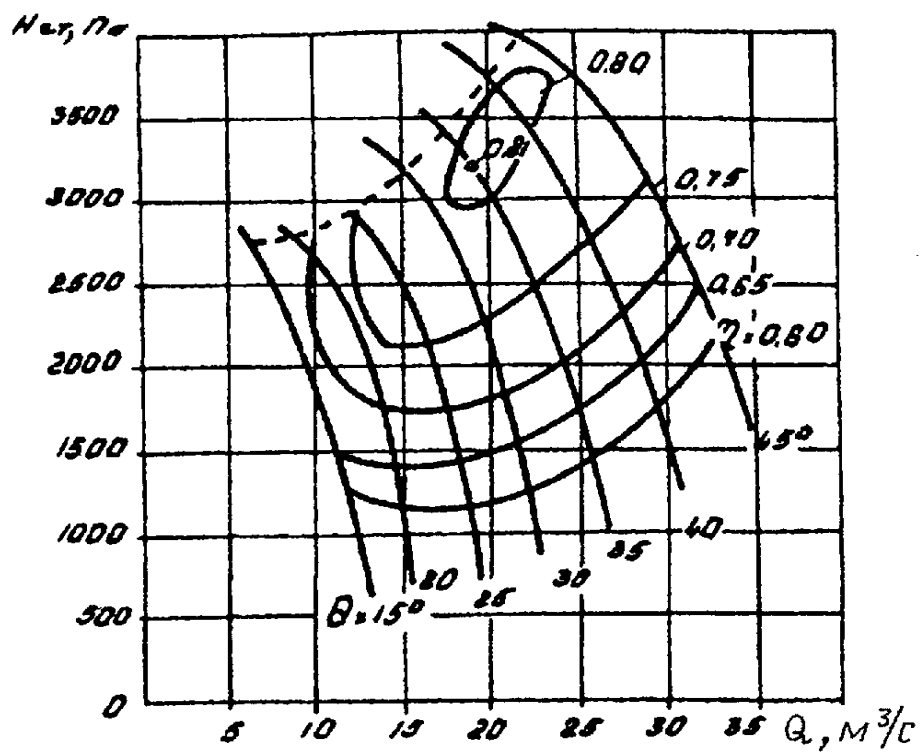
Вентилятор відцентровий ВШЦ-16 ($n=980$ об/хв.)



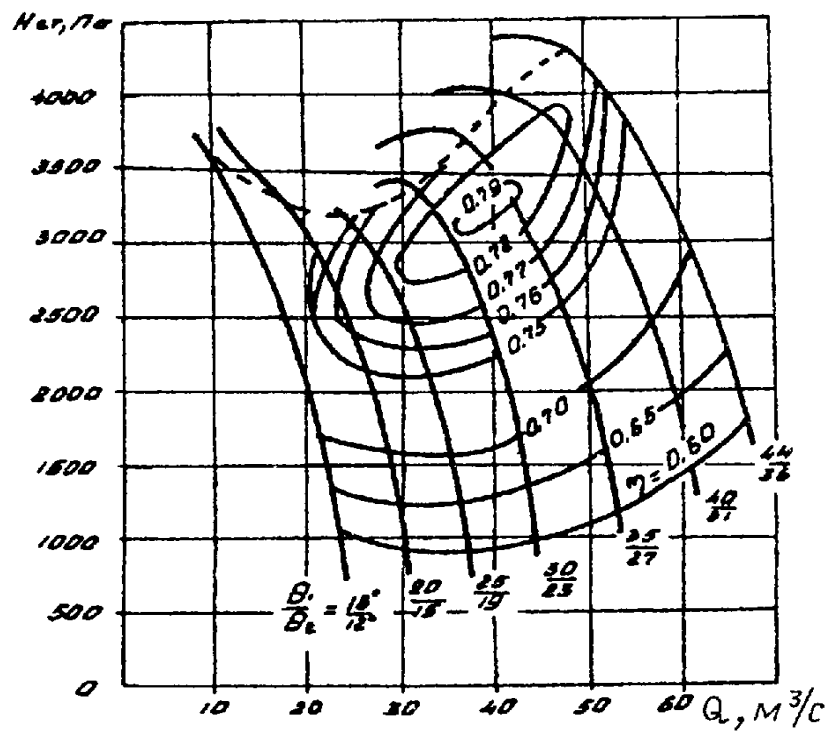
Вентилятор осьовий ВОД-21М ($n=750$ об/хв.)



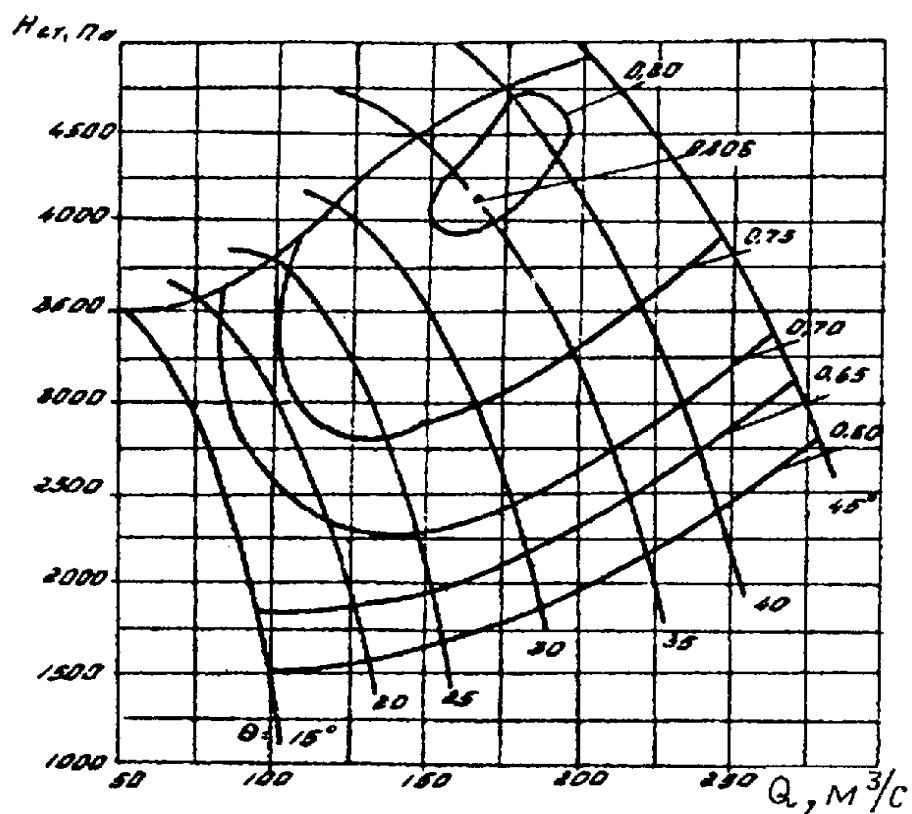
Вентилятор осевой ВОД-30М ($n=500$ об/хв.)



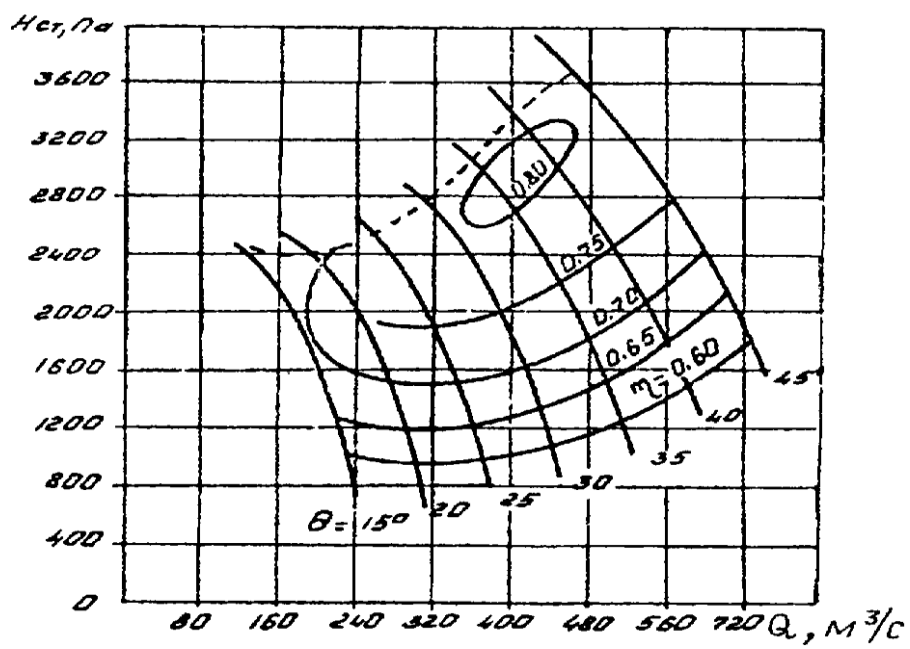
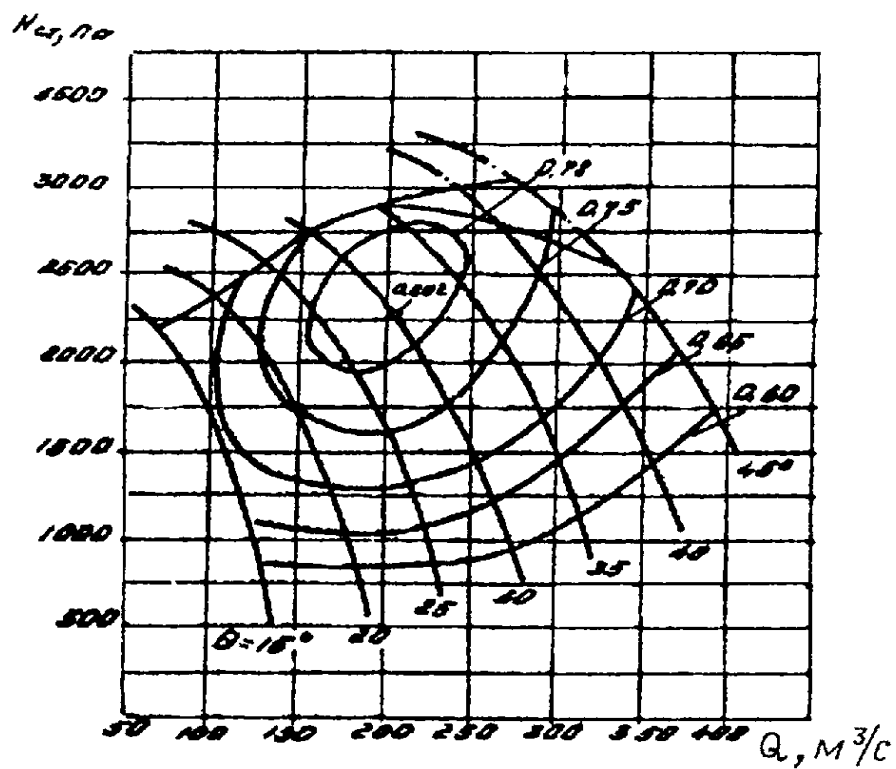
Вентилятор осевой ВОД-11П ($n=1460$ об/хв.)

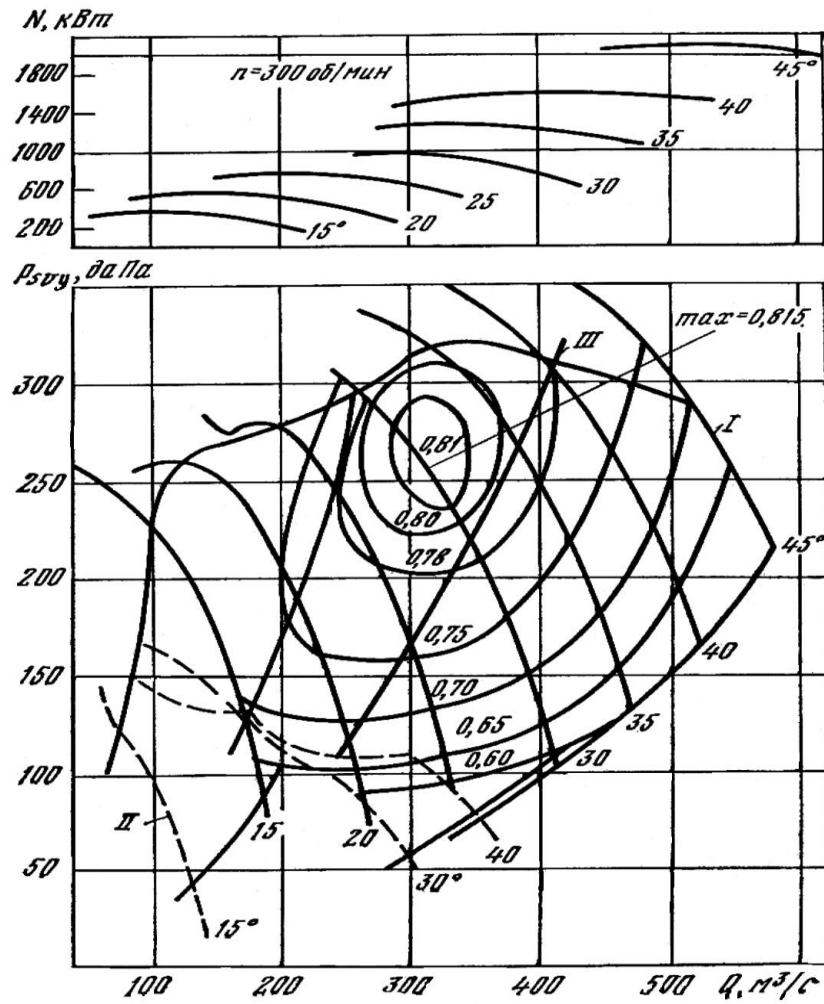


Вентилятор осевой ВВД-16П ($n=985$ об/хв.)

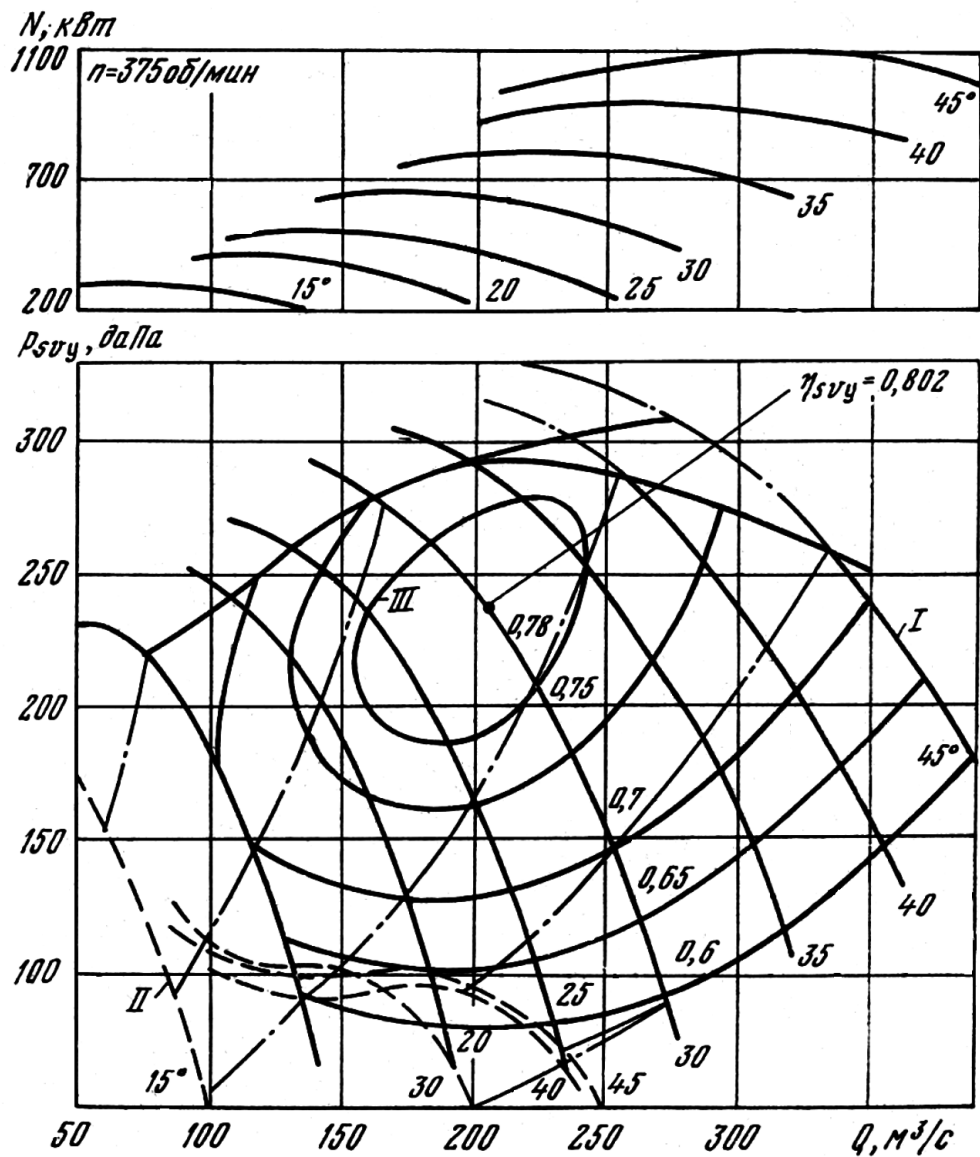


Вентилятор осевой ВВД-30М ($n=600$ об/хв.)

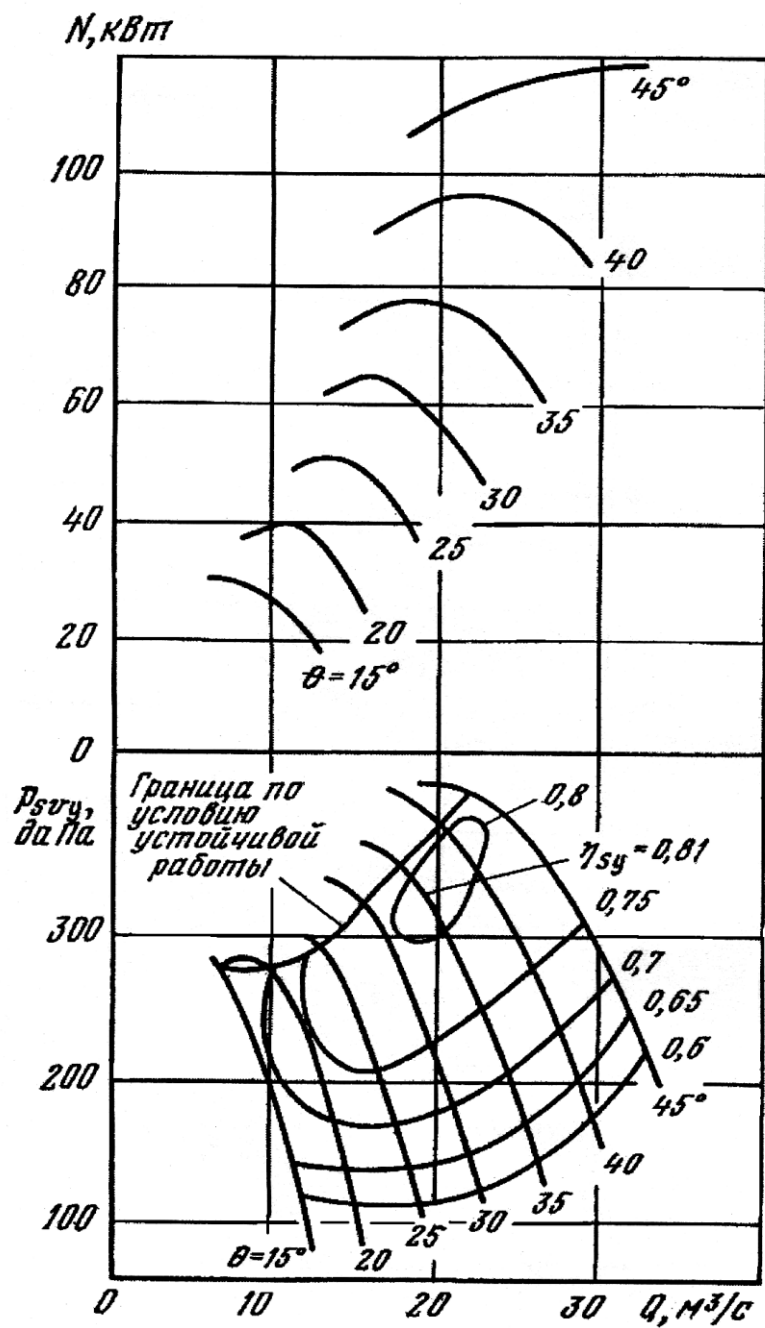




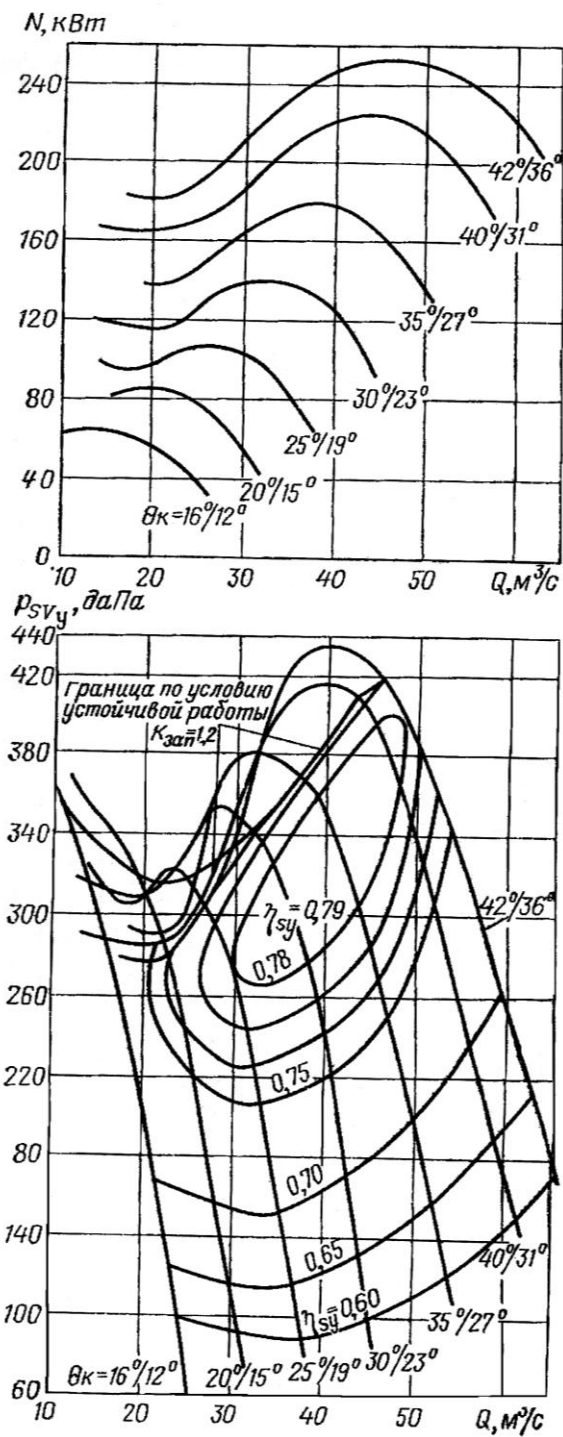
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 50:
 I- пряма робота; II- реверсивна робота; III – криві еквівалентних отвір



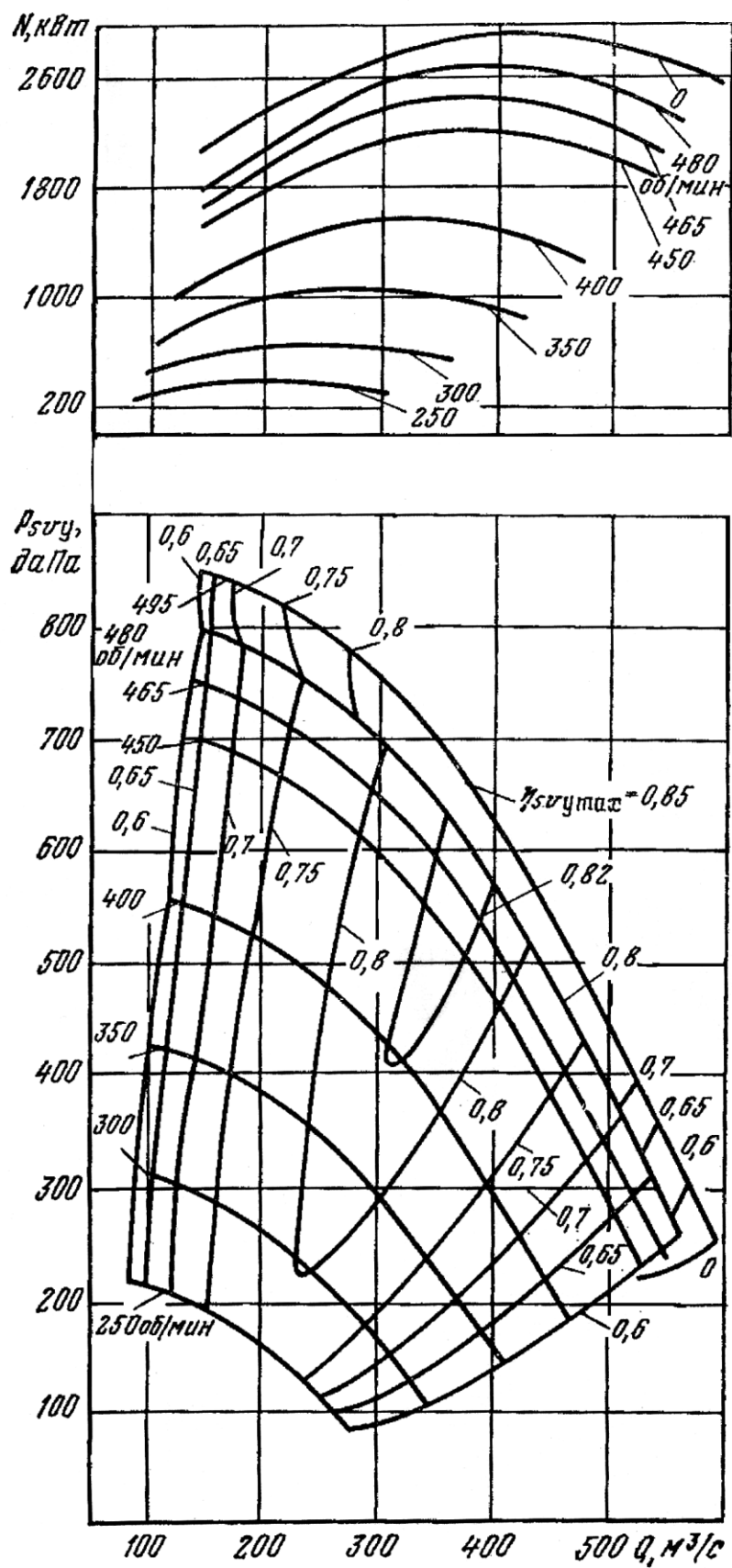
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 40 з $n=375$ об/хв. I- пряма робота; II- реверсивна робота; III – криві еквівалентних отвір



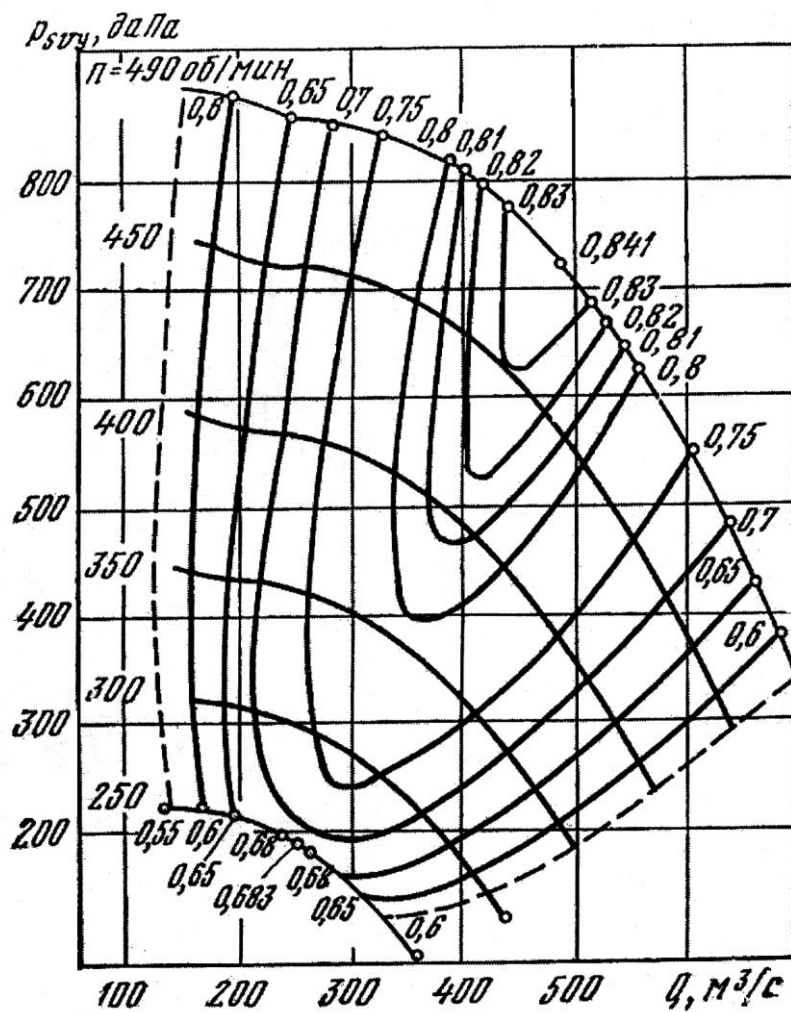
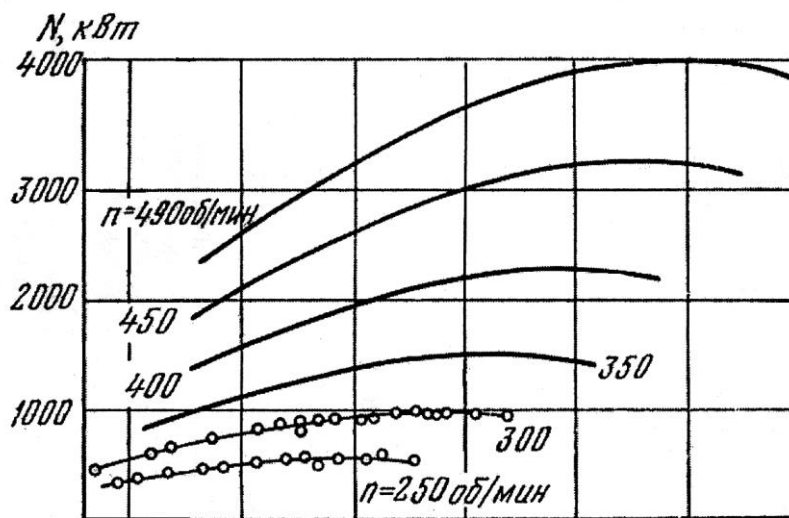
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 11П



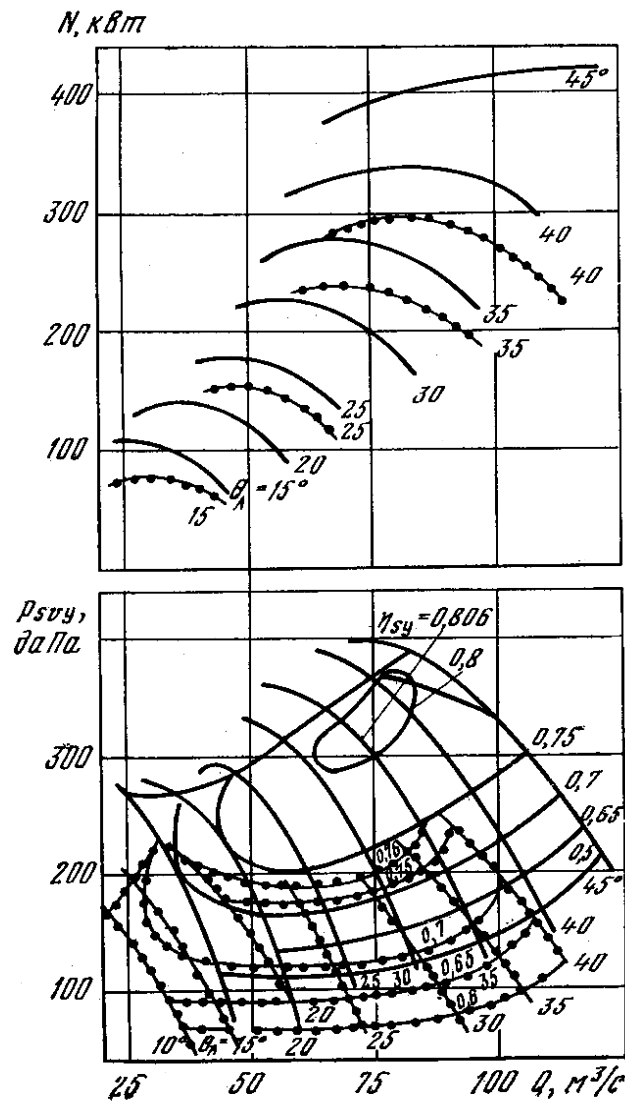
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 16П



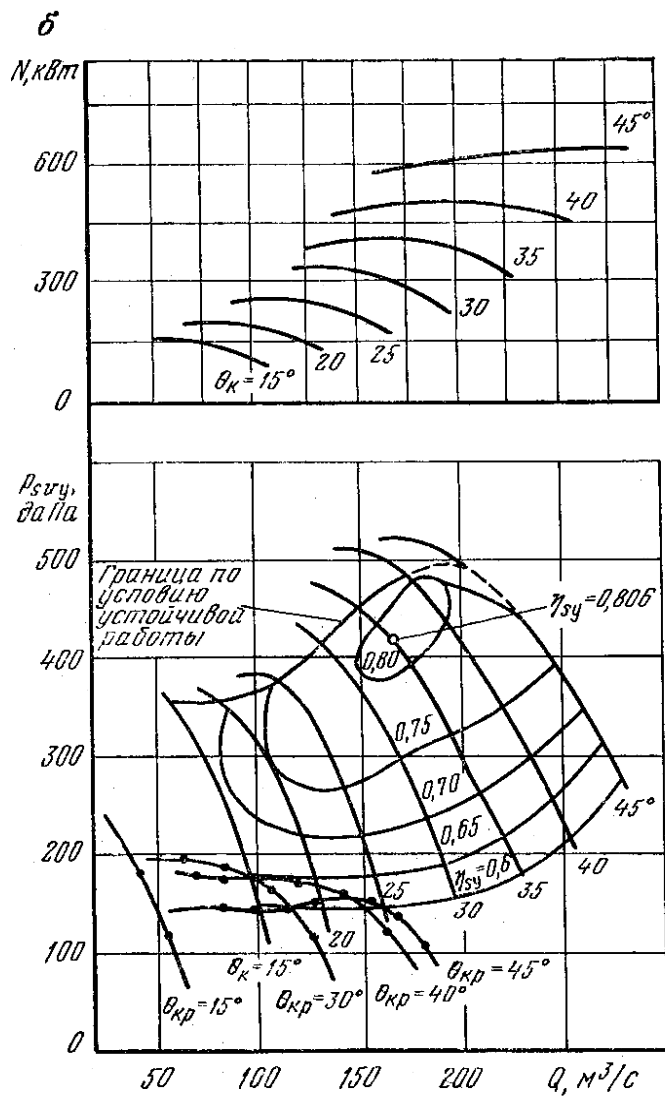
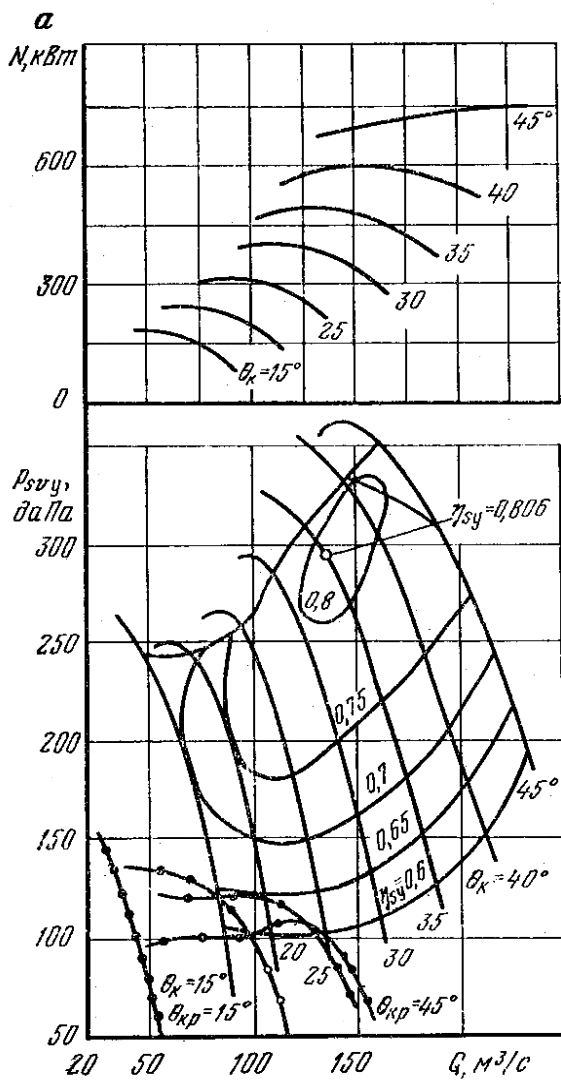
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВВД 47У-Р з регулюючим приводом



Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВВД 47 «Північ»

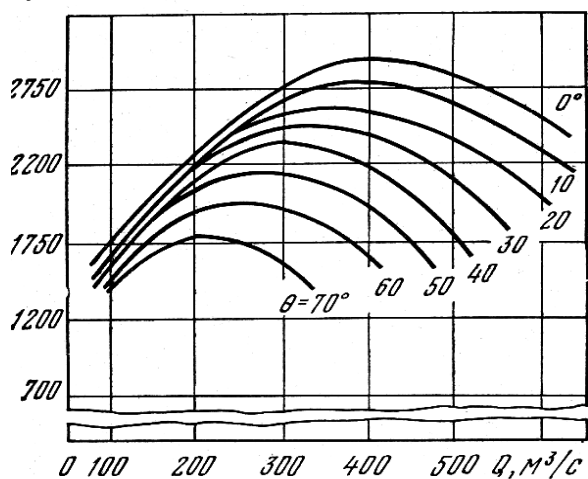


Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 21:
 ----- і -----+-----+--- напорні характеристики відповідно при
 нормальній роботі і регулюванням зняттям лопаток з робочого колеса II
 ступеня

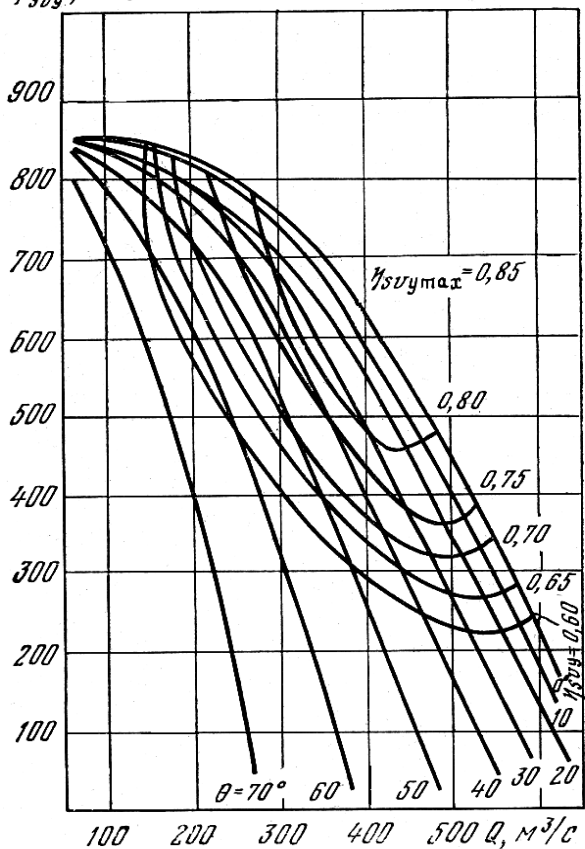


Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВОД 30:
 ----- і -----+-----+--- напорні характеристики відповідно при
 нормальній роботі і реверсивній роботі

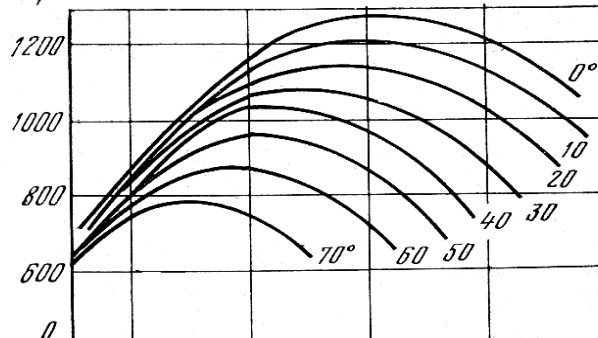
$N, \text{кВт}$



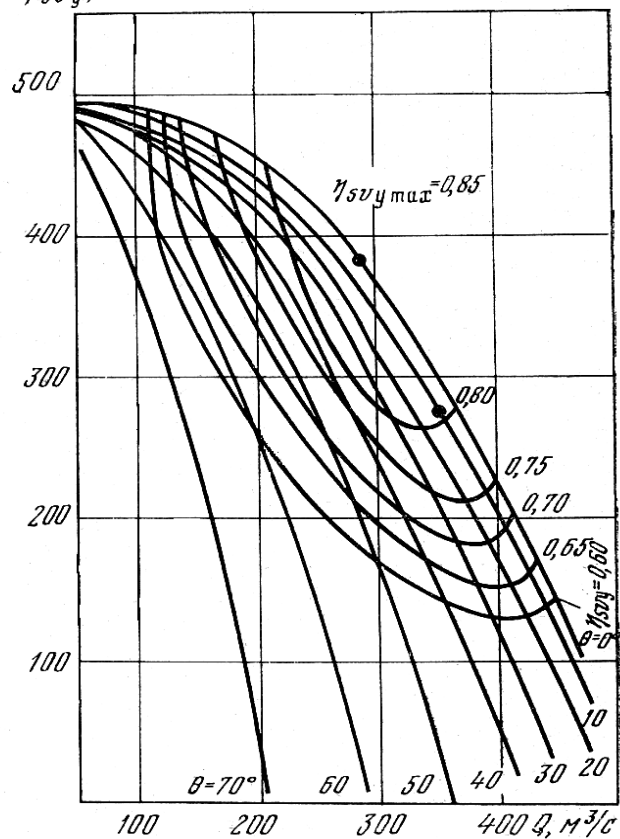
$p_{svy}, \text{даПа}$



$N, \text{кВт}$



$p_{svy}, \text{даПа}$

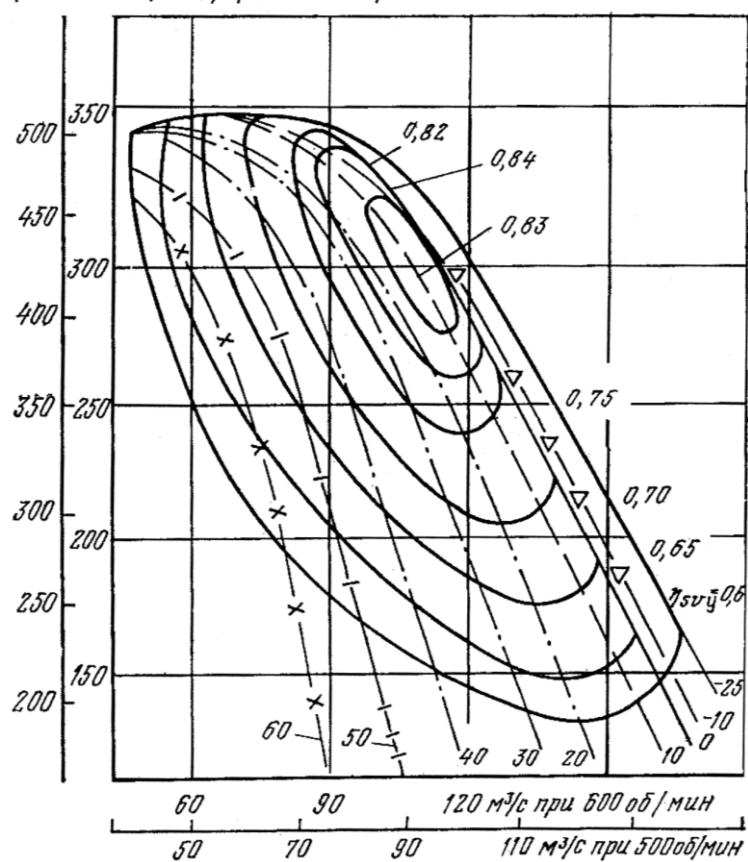
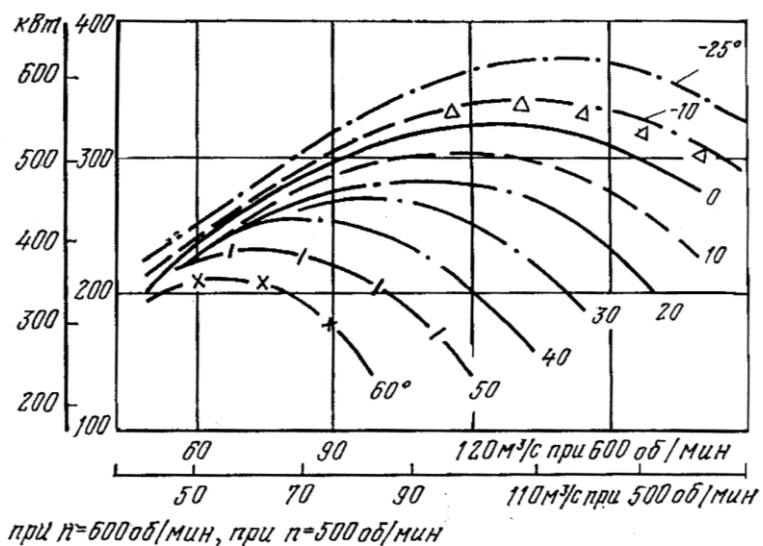


Аеродинамічні характеристики вентилятора ВВД 47У:

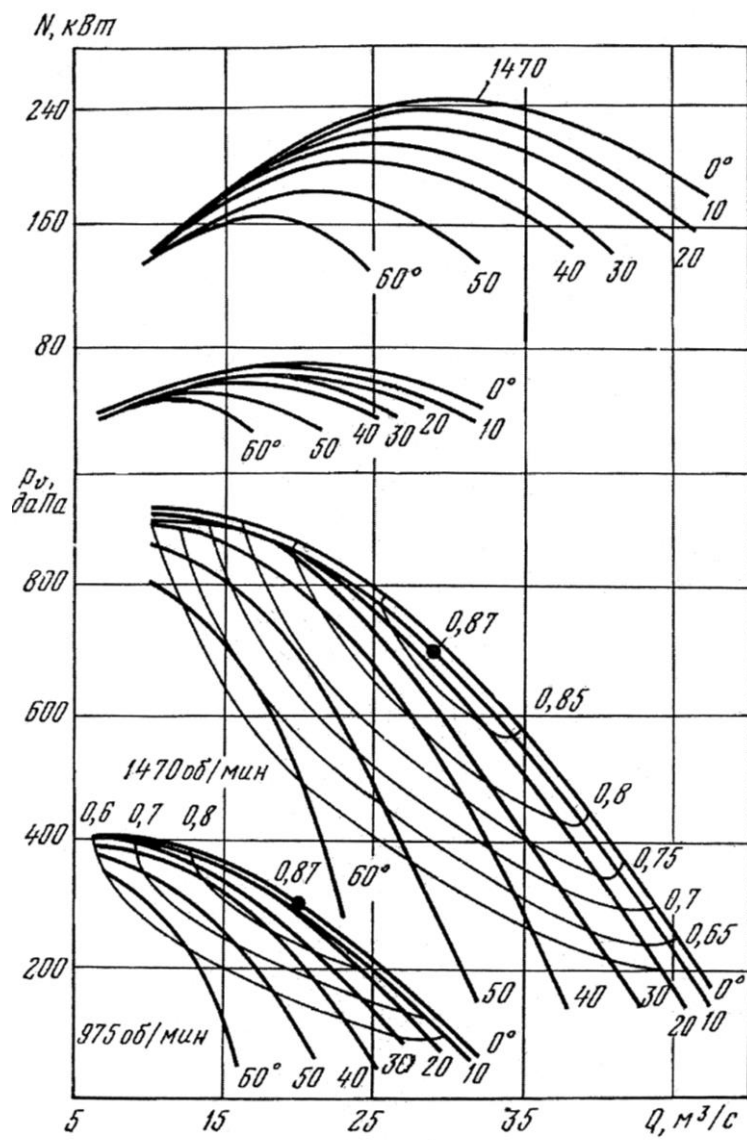
- з нерегульованим приводом при $n=495 \text{ об/хв.}$ і різних кутах установки лопаток НА;

- з нерегульованим приводом при $n=375 \text{ об/хв.}$

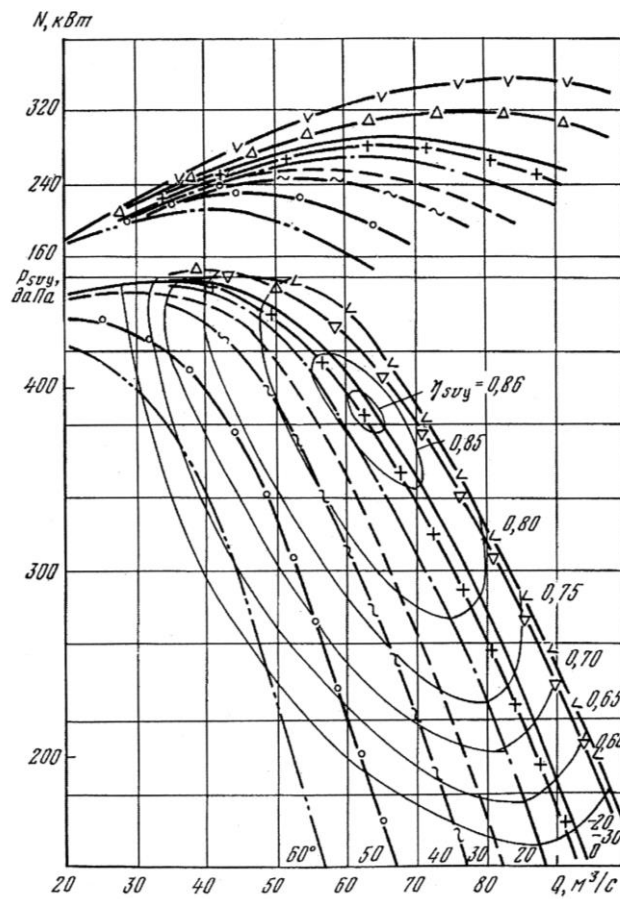
при $n=600 \text{ об/мин}$, при $n=500 \text{ об/мин}$



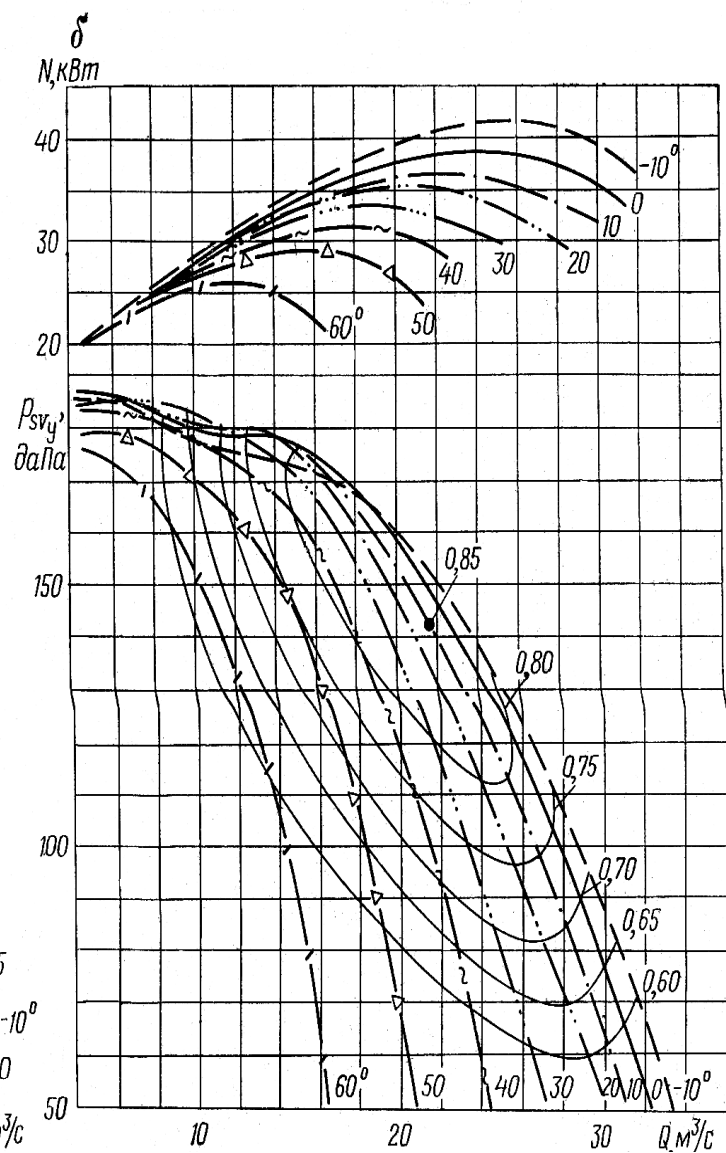
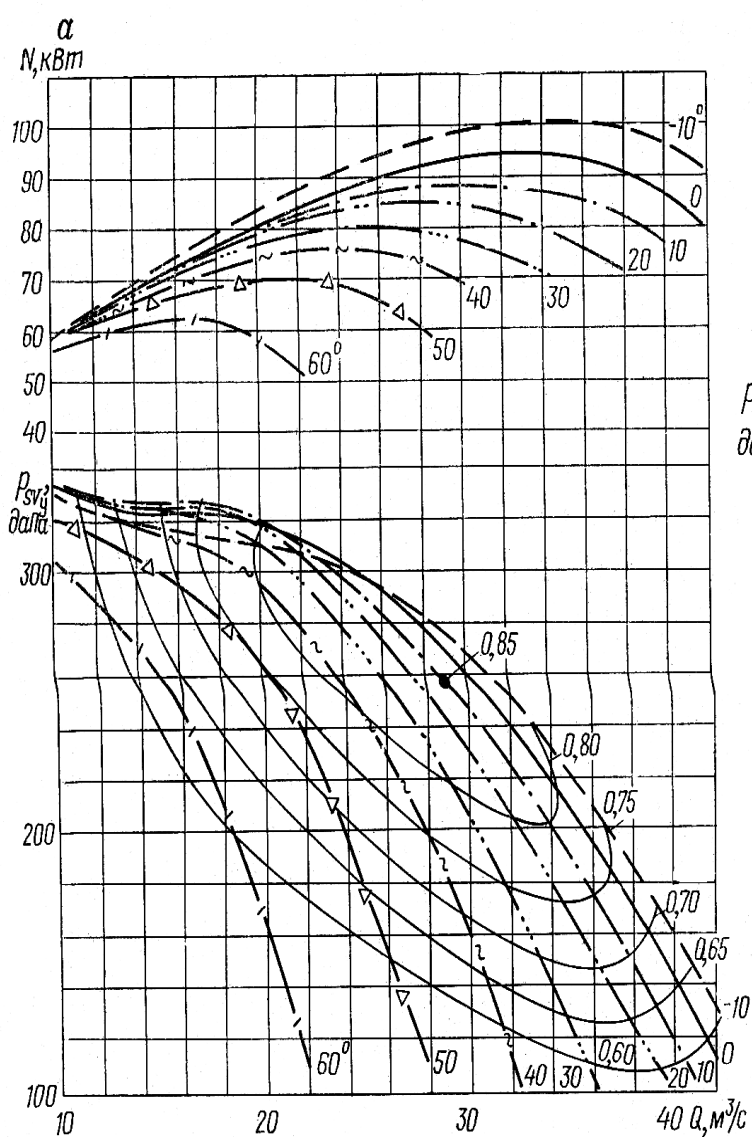
Аеродинамічні характеристики вентилятора ВВ 31,5М при регулюванні направляючим апаратом.



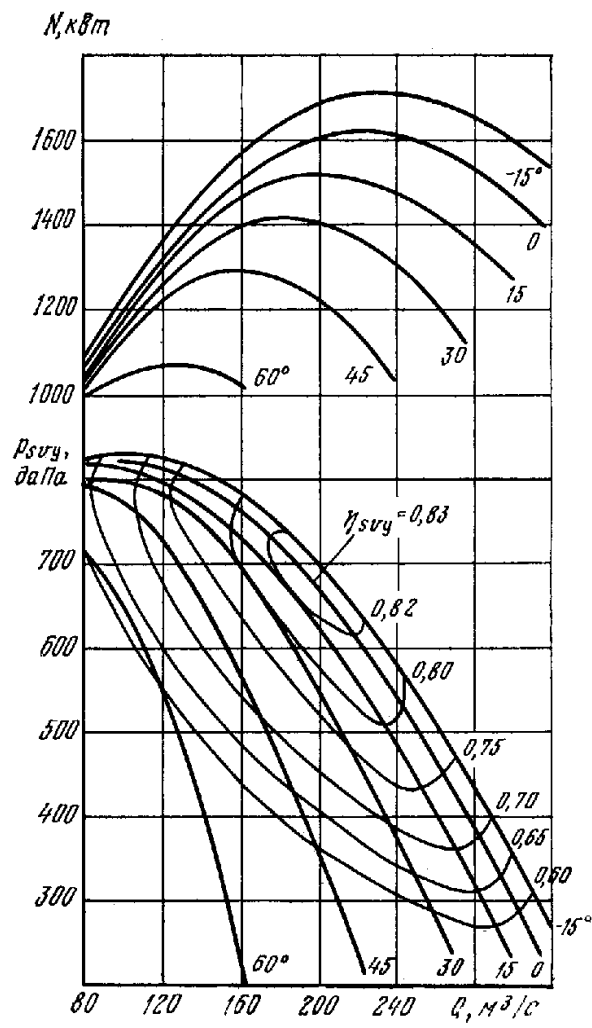
Аеродинамічні характеристики вентилятора ВВП 16



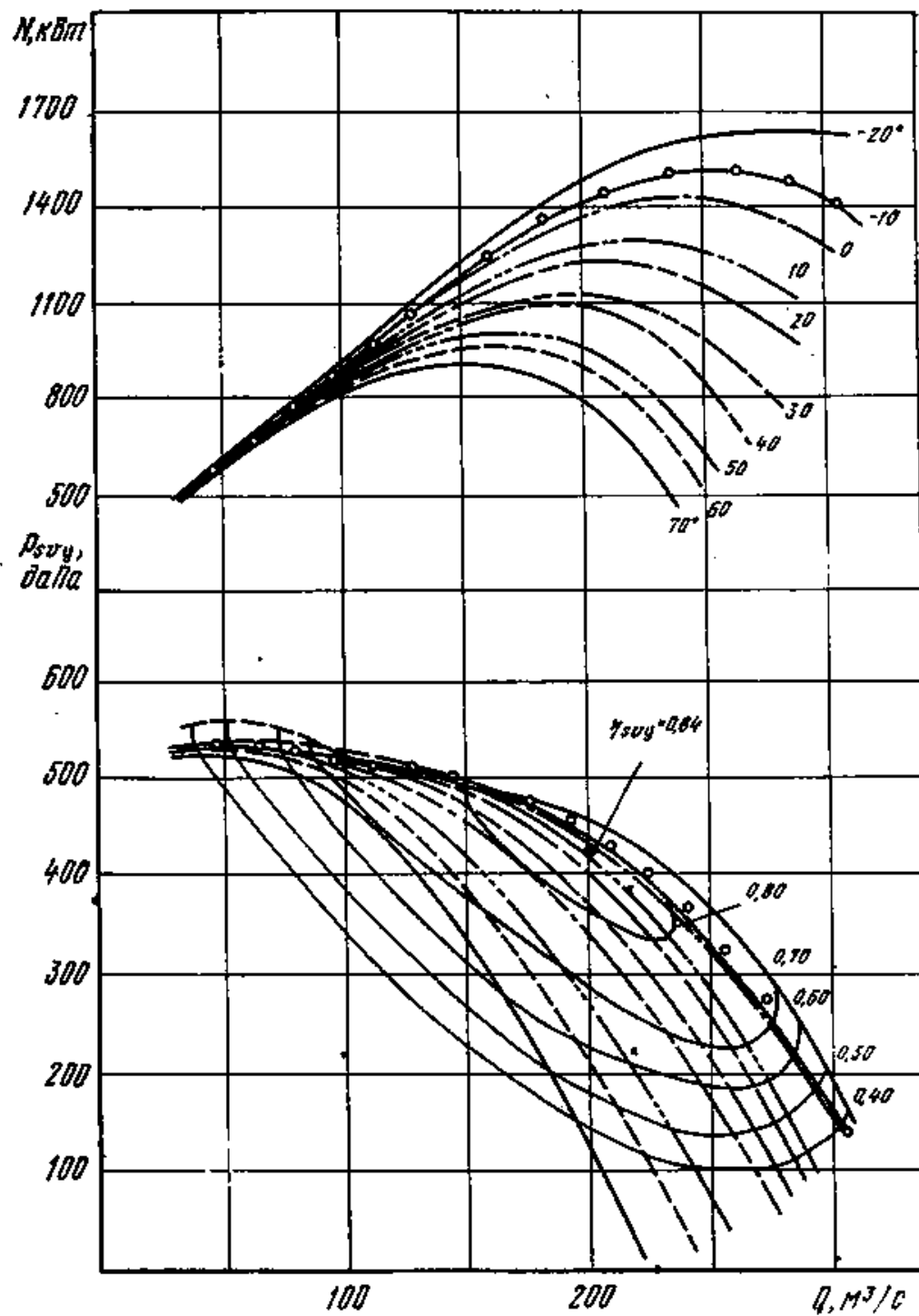
Аеродинамічні характеристики вентилятора ВВ 25 при $n=750$ об/хв



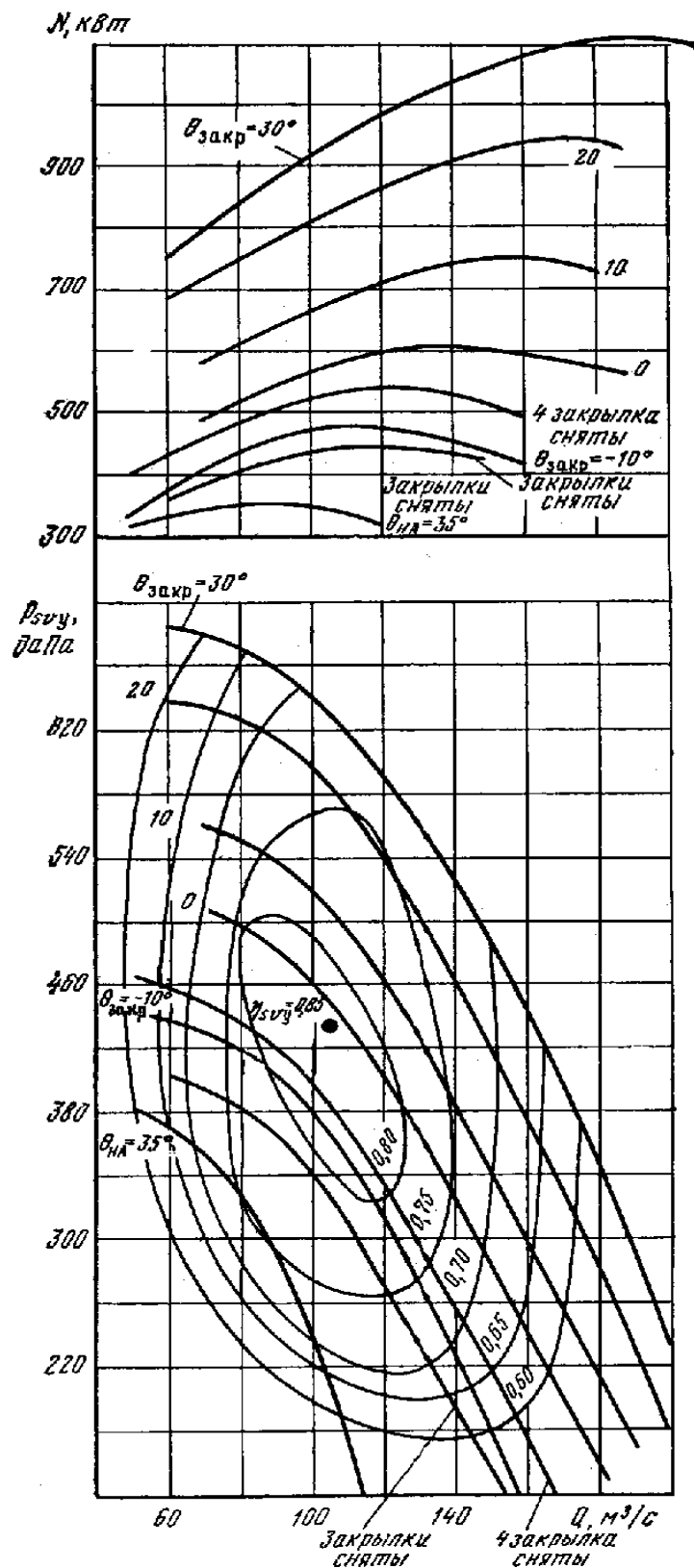
Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВШВ 16 при (а) $n=980$ об/хв. і (б) $n=730$ об/хв.



Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВВ 45 при $n=500\text{об/хв.}$



Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВВД 32 з синхронним приводом



Аеродинамічні характеристики вентиляторної установки ВВЗ 32 при $n=600$ об/хв.

Додаток 2. Приклад розрахунку.

3.1 Приклад розрахунків вентиляторної установки.

Розрахувати вентиляторну установку для шахти першої категорії по газовому режиму. Потрібна продуктивність вентилятора $Q = 300 \text{ м}^3/\text{с}$, мінімальний тиск $H_{y\cdot ct\cdot min} = 1300 \text{ Па}$, максимальний тиск $H_{y\cdot ct\cdot max} = 2500 \text{ Па}$. Термін служби установки 15 років.

Розрахунок.

1. Вибір найвигіднішої установки

Наносимо крапки Q ; $H_{y\cdot ct\cdot min}$ і Q ; $H_{y\cdot ct\cdot max}$ на зведені графіки областей промислового використання установок і находимо, що в заданих умовах провітрювання шахти може забезпечити установки вентиляторів ВОД-40 і ВОД-50.

З допомогою аеродинамічних характеристик установок визначимо коефіцієнт корисної дії при $H_{y\cdot ct\cdot min}$ і $H_{y\cdot ct\cdot max}$ і потужність двигуна.

Для установки ВОД-40: $\eta_{min} = 0,63$; $\eta_{max} = 0,76$; $N = 1000 \text{ кВт}$;

для установки ВОД-50: $\eta_{min} = 0,67$; $\eta_{max} = 0,78$; $N = 1000 \text{ кВт}$.

Середній коефіцієнт корисної дії за період експлуатації установок відповідно $\eta_{cp} = 0,695$ і $\eta_{cp} = 0,72$.

Орієнтовно для установки ВОД-40 приймає електродвигун СДН 16-41-16 потужністю 1000 кВт (1180 кВт·А); $n = 375 \text{ об/хв}$; $\eta_d = 0,94$; $\cos \varphi = 0,9$ і для установки ВОД-50 — електродвигун СДН 17-31-20 потужністю 1000 кВт (1190 кВт·А); $n = 300 \text{ об/хв}$; $\eta_d = 0,93$; $\cos \varphi = 0,9$.

Середньорічної витрати електроенергії вентиляторної установки ВОД-40 по формулі (1.2)

$$W_{12} = \frac{Q \frac{H_{y\cdot ct\cdot min} + H_{y\cdot ct\cdot max}}{2}}{1000 \eta_{cp} \eta_d \eta_c \eta_p} n_q n_o =$$
$$= \frac{300 \frac{1300 + 2500}{2}}{1000 \cdot 0,695 \cdot 0,94 \cdot 0,95 \cdot 0,8} \cdot 24 \cdot 365 = 10056300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Аналогічно для установки ВОД-50 $W_{2r} = 9\,811\,800 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

Вартість електроенергії в середнім за рік по формулі:

$$C_3 = W_{rka} + N_{yky} \quad (3.1)$$

при установках ВОД-40 $C_{13} = W_{1rka} + N_{yky} = 10056300 \cdot 0,0068 + 1180 \cdot 12,8 = 73487 \text{ крб.}$

при установках ВОД-50 $C_{23} = W_{2rka} + N_{yky} = 9811\,800 \cdot 0,0068 + 1190 \cdot 12,8 = 71\,952 \text{ крб.}$

Нижче приведені розрахунки капітальних витрат і амортизаційних відчислень по установках.

Капітальні витрати і амортизація Види затрат відрахувань, тис. крб:

	ВОД-40	ВОД-50
Вартість:		
устаткування і монтажу -----	167,8	195,4
будівель і споруд -----	86,0	386,0
установки (загальні капітальні витрати) -----	453,8	581,4
Річні амортизаційні відрахування:		
по устаткуванню -----	20,1	23,4
за завданнями і спорудами -----	9,2	12,3
Сумарні амортизаційні відрахування -----	29,3	35,7

Середньорічні витрати по устаноВВі, вентилятора, по формулі:

$$C = C_3 + C_a + EC_y \quad (3.2)$$

по устаноВВі ВОД-40 $C_1 = C_{13} + C_{1a} + EC_{1y} = 73487 + 29300 + 0,14 \cdot 453800 = 166317 \text{ крб.}$

по устаноВВі ВОД-50 $C_2 = C_{23} + C_{2a} + EC_{2y} = 71952 + 35700 + 0,14 \cdot 581400 = 189042 \text{ крб.}$

Таким чином, установка ВОД-40 економічніша в порівнянні з установкою ВОД-50, тому що при ній середньорічні витрати менше на 22 725 крб.

Остаточно приймаємо установку з двома вентиляторами ВОД-40 при частоті обертання $n = 375$ об/хв.

2. Регулювання робочих режимів установки здійснюється зміною кутів лопастей на робочих колесах вентилятора.

3. Характеристики вентиляційної мережі

Постійна мережа по формулі:

$$H = RQ^2, \text{ Па} \quad (3.3)$$

при мінімальному тиску $R = \frac{H_{y.ct.min}}{Q^2} = \frac{1300}{300^2} = 0,0145$

при максимальному тиску $R = \frac{H_{y.ct.max}}{Q^2} = \frac{2500}{300^2} = 0,0278$

Рівняння характеристик мережі при мінімальному і максимальному тиску:

$$H_{y.ct.min} = 0,0145 Q^2$$

$$H_{y.ct.max} = 0,0278 Q^2$$

В отримані рівняння підставляємо значення Q від 0 до 1,25 необхідної продуктивності і набуваємо відповідного значення:

Показники	0,25Q	0,5Q	0,75Q	Q	1,25Q
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	75	150	225	300	375
$H_{y.ct.min}, \text{ Па}$	82	326	734	1300	2040
$H_{y.ct.max}, \text{ Па}$	156	625	1407	2500	3910

За отриманими даними на аеродинамічній характеристиці вентилятора установки ВОД-40 будуюмо характеристики 1 і 2 вентиляційної мережі.

4. Робочі режими. Через точки a і b заданих режимів проводимо пряму лінію і знаходимо режим z ($Q_z = 300 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_z = 1950 \text{ Па}$), як точку перетину лінії ab з характеристикою вентилятора, відповідного кута установки пласти на робочих колесах $\theta_k = 35^\circ$, тобто куту, при якому розпочнеться, експлуатація вентиляторів (режим d).

Для побудови додаткової характеристики мережі, що проходить через точку c , маємо:

$$R_c = \frac{H_c}{Q_c^2} = \frac{1950}{300^2} = 0,0217$$

$$H_c = 0,0217 Q^2$$

Нижче приведені результати підрахунків по цьому рівнянню:

Показники	0,25Q	0,5Q	0,75Q	Q	1,25Q
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	75	150	225	300	375
$H_c, \text{ Па}$	122	488	1098	1950	3052

Побудована за приведеними даними характеристика з вентиляційної мережі дозволяє встановити ступені регулювання робочих режимів установки.

На першому ступені регулювання кут установки пласти робочих коліс дорівнює $\theta_1 = 35^\circ$. При цьому на початку роботи буде забезпечений режим d ($Q_d = 320 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_d = 1500 \text{ Па}$). При переміщенні режиму в точку c відбувається перехід на другий ступінь регулювання установкою пласти на кут $\theta = 40^\circ$. Початковий режим на цьому ступені — точка e ($\theta_e = 330 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_e = 2350 \text{ Па}$). Закінчення роботи на другому ступені регулювання — режим f ($Q_f = 310 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_f = 2650 \text{ Па}$).

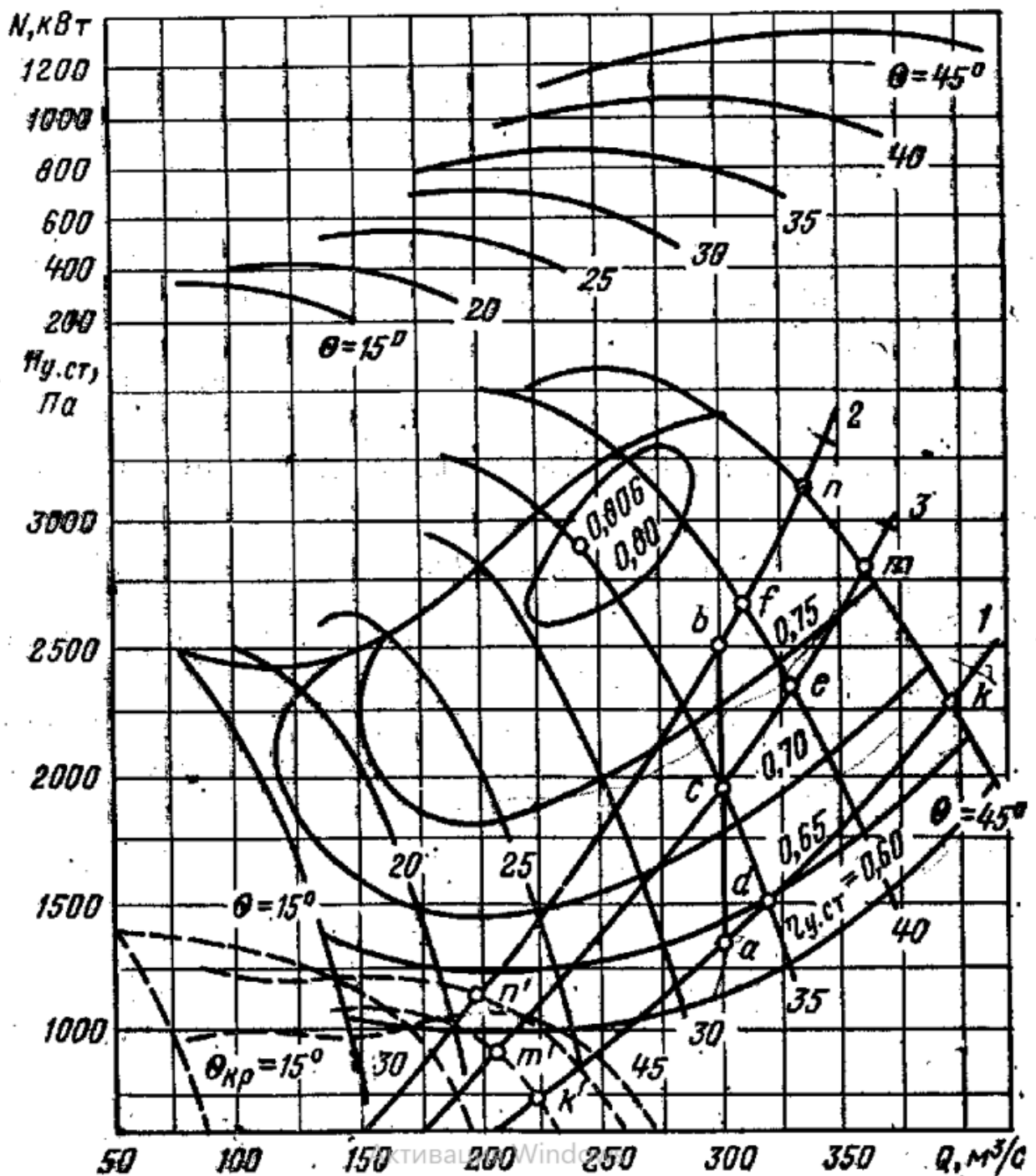
При загальній тривалості роботи установки, вентилятора $T = 15$ років і допущенні лінійності закону зміни від $H_{y.ct.min}$ до $H_{y.ct.max}$ встановлюємо тривалість роботи:

на першому ступені

$$T_1 = T \frac{H_c - H_a}{H_f - H_a} = 15 \frac{1950 - 1300}{2650 - 1300} = 7,2 \text{ роки}$$

на другому ступені

$$T_2 = T \frac{H_f - H_c}{H_f - H_a} = 15 \frac{2650 - 1950}{2650 - 1300} = 7,8 \text{ роки}$$



Робочі режими вентилятора ВОД 40

5. Резерв продуктивності вентилятора визначається режимами *k* ($Q_k = 390 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_k = 2300 \text{ Па}$) і *n* ($Q_n = 335 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_n = 3150 \text{ Па}$) при характеристиках 1 і 2 вентиляційної мережі і кут установки пласти на робочих колесах $\theta = 45^\circ$:

при характеристиці мережі 1

$$\Delta Q_{1\%} = \frac{Q_k - Q_a}{Q_a} 100 = \frac{390 - 300}{300} \cdot 100 = 30\%$$

аналогічно при характеристиці мережі 2

$$\Delta Q_2\% = 11,7\%; \text{ в середнім } \Delta Q = 20,85\%.$$

6. Реверсування вентиляційного струменя забезпечується зміною напрямку обертання ротора вентилятора з одночасним поворотом лопаток проміжного направляючого і випрямляючого апаратів. При цьому продуктивність вентилятора в режимах k , m і n рівна 225, 205 і 200 м³/с, що складає відповідно 75, 68 і 66% від заданої продуктивності $Q = 300$ м³/с.

7. Потужність двигуна по формулі:

$$N = \frac{QH}{1000\eta}, \text{кВт} \quad (3.4)$$

на першому ступені регулювання по режиму c

$$N_{\min} = \frac{Q_c H_c}{1000\eta_c} = \frac{300 \cdot 1950}{1000 \cdot 0,75} = 812,5 \text{ кВт}$$

на другому ступені регулювання по режиму n $N_{\max} = 1370$ кВт.

При переході на другий ступінь регулювання передбачається заміна двигуна.

Для роботи на першому ступені регулювання приймаємо синхронний електродвигун СДН-16-41-16 потужністю $N = 1000$ кВт (1180 кВ·А); $n = 375$ об/хв; $\eta_d = 0,94$; $\cos \varphi = 0,9$; $U = 6000$ В; коефіцієнт запасу потужності

$$K_d = \frac{N}{N_{\min}} = \frac{1000}{812,5} = 1,23$$

Для роботи на другому ступені регулювання приймаємо синхронний електродвигун СДН-17-39-16: $N = 1600$ кВт (1880 кВ·А); $n = 375$ об/хв; $\eta_d = 0,946$; $\cos \varphi = 0,9$; коефіцієнт запасу потужності $k_d = 1,17$.

8. Середньорічну витрату електроенергії визначаємо на підставі формули (1.2)

На першому ступені регулювання в діапазоні режимів d і c :

$$Q_{1cp} = \frac{320 + 300}{2} = 310 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$H_{1cp} = \frac{1500 + 1950}{2} = 1725 \text{ Па}$$

$$\eta_{1cp} = \frac{0,65 + 0,72}{2} = 0,685$$

витрати енергії

$$W_e = \frac{Q_{1cp} H_{1cp} n_c n_d}{1000 \eta_{1cp} \eta_d \eta_c \eta_p} = \frac{310 \cdot 1725}{1000 \cdot 0,685 \cdot 0,94 \cdot 0,95 \cdot 0,8} \times 24 \cdot 365 = 9570300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Аналогічно на другому ступені в діапазоні режимів e і f :

$$Q_{2cp} = \frac{330 + 310}{2} = 320 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$H_{2cp} = \frac{2350 + 2650}{2} = 2500 \text{ Па}$$

$$\eta_{2cp} = \frac{0,74 + 0,77}{2} = 0,755$$

$$W_f = 12908000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

9. Дистанційне керування і контроль вентиляторної установки здійснюються за допомогою апаратури УК АВ.

10. Калориферна установка. Розрахунком встановлено, що при $t_H = -25^\circ \text{C}$, $t_{cm} = +2^\circ \text{C}$ і $t_H = 70^\circ \text{C}$ кількість підігрівається повітря $m_n = 110$ кг/с, а витрата пара при надмірному тиску 0,35 мПа рівний $D_k = 79\,880$ кг/ч.