

**Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аерології та охорони праці**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ
З ДИСЦИПЛІНИ “ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ
ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ”**

Дніпропетровськ
2009

**Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ
З ДИСЦИПЛІНИ “ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ
ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ”**

Для студентів заочно-дистанційної форми навчання з напрямку “Гірництво”

Дніпропетровськ
НГУ
2009

Методичні рекомендації та завдання з дисципліни “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря” (для студентів заочно-дистанційної форми навчання з напрямку “Гірництво”) / Упоряд.: С.О. Алексеєнко, І.А. Шайхлісламова, В.Г. Марченко – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 34 с.

Упорядники:

С.О. Алексеєнко, канд. техн. наук, доц. (розділи 1, 2, 3, 4.1).

І.А. Шайхлісламова, канд. техн. наук, доц. (розділ 4.3)

В.Г. Марченко, асист. (розділ 4.2)

Затверджено методичною комісією з напрямку «Гірництво» (протокол № 4 від 24.12.09 р.) за поданням кафедри АОП (протокол № 3 від 09.12.09 р.).

Подано методичні рекомендації щодо виконання контрольної роботи з дисципліни “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря”. Наведена програма дисципліни, перелік контрольних питань та перелік літератури. Призначено для студентів заочно-дистанційної форми навчання.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри аерології та охорони праці д-р техн. наук, проф. В.І. Голінько.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ці методичні вказівки призначені для студентів заочно-дистанційної форми навчання спеціалізації 090301.05 “Охорона праці в гірничому виробництві”. У них містяться: робоча програма з дисципліни “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря”, список літератури, приблизний перелік питань, що виносяться на залік, завдання до контрольної роботи та методичні вказівки з її виконання.

З дисципліни “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря” студентам читаються настановні та оглядові лекції. Студенти одержують індивідуальні та групові консультації, виконують лабораторні або практичні роботи. Основна форма навчальної роботи студентів – самостійне вивчення матеріалу дисципліни за підручниками і нормативними документами у послідовності, наведеній робочою програмою. Практичних навичок з питань промислової вентиляції та кондиціонування повітря студент набуває в процесі роботи за спеціальністю.

При вивченні матеріалу рекомендується вести конспект для систематизації і закріплення знань.

Згідно з навчальним планом з дисципліни передбачається контрольна робота та залік.

Студент допускається до заліку після зарахування контрольної роботи і лабораторних або практичних робіт.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Мета та завдання

Вентиляція – це регульований обмін повітрям, який здійснюється з метою створення у приміщеннях житлових, суспільних та промислових споруд повітряного середовища, сприятливого для здоров’я і трудової діяльності людини, а також для технологічних цілей. Технологічне призначення вентиляції полягає в забезпеченні санітарно-гігієнічних умов для перебування у приміщенні людини: чистоти, температури, відносної вологості, швидкість руху повітря, виходячи з особливостей технологічного процесу.

Кондиціонування повітря – це створення і автоматичне підтримання у закритих приміщеннях, незалежно від зовнішніх умов, постійних або таких, що змінюються по заданій програмі, параметрів повітря: температури, вологості, чистоти складу і швидкості руху повітря, які є найбільш сприятливими для самопочуття людей (комфортне кондиціонування) або введення технологічних процесів, роботи обладнання і приладів (технічне кондиціонування)

Одне із основних завдань кондиціонування – підтримання кліматичних параметрів повітря, і зокрема його температури, у заданому режимі.

За результатами вивчення дисципліни ПВ та КП студент повинен знати:

- законодавчі та нормативно-правові акти з промислової вентиляції та кондиціонування повітря;
- санітарно-гігієнічні вимоги до стану повітряного середовища;
- оптимальні, припустимі і комфортні норми параметрів мікроклімату;
- основні вимоги до систем вентиляції, систем кондиціонування повітря і вентиляційних установок;
- основні якості вологого повітря;
- вплив мікроклімату на працездатність людини у промислових приміщеннях;
- процеси вологого повітря (нагрівання, охолодження, осушка адіабатичне зволоження і охолодження) на $I-d$ діаграмі;
- суміші повітря і різних парів.
- теоретичні основи технології отримання холоду;
- принцип роботи холодильної машини;
- основні поняття, пов'язані з роботою холодильної машини;
- термодинамічні цикли холодильних машин;
- основні елементи холодильної машини;
- основні характеристики і конструкції вентиляторів;
- методику прогнозування температурних умов у виробках вентиляційних горизонтів глибоких шахт;
- гірничотехнічні способи нормалізації кліматичних умов на виїмкових ділянках глибоких шахт;
- сучасні способи і засоби нормалізації теплових умов на робочих місцях виробничих приміщень і глибоких шахт;

Після вивчення дисципліни з ПВ та КП і виконання лабораторних (практичних) робіт студент повинен уміти:

- розробляти технічну документацію з урахуванням вимог нормативно-правових актів з вентиляції та кондиціонування повітря;
- користуватися $I-d$ діаграмою вологого повітря для розв'язання задач;
- виконувати розрахунки основних процесів вологого повітря (нагрівання, охолодження, осушка, зволоження) на $I-d$ діаграмі;
- виконувати розрахунки теплових надлишків у виробничих приміщеннях і вибирати побутові та виробничі кондиціонери;
- визначити зону теплового комфорту підземного мікроклімату;
- оцінювати ефективність комфортного кондиціонування повітря у промислових приміщеннях та гірничих виробках;
- застосовувати гірничотехнічні способи нормалізації кліматичних умов на виїмкових ділянках глибоких шахт;
- розробляти інженерні заходи щодо забезпечення сприятливих і комфортних умов праці та сферу їх застосування;
- виконувати розрахунки припливних і витяжних систем природної і механічної вентиляції;
- вибирати тип вентилятора і встановлену потужність електродвигуна.

2.2. Зміст

Тема 1. Вступ

Дисципліна “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря”. Основні терміни та відповідні визначення понять. Мета і завдання дисципліни ПВ та КП, зв’язок з іншими дисциплінами. Значення вентиляції і кондиціонування повітря.

Розділ 1. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Тема 2. Санітарно-гігієнічне нормування повітряного середовища

Санітарно-гігієнічні вимоги до стану повітряного середовища. Санітарно-гігієнічне нормування запиленості повітря та інших шкідливих речовин. Санітарно-гігієнічне нормування метеорологічних параметрів повітря. Існуючі засоби нормалізації повітря робочої зони.

Тема 3 Системи вентиляції і кондиціонування повітря.

Класифікація систем вентиляції. Класифікація систем кондиціонування повітря. Вимоги до систем вентиляції і кондиціонування повітря. Природна вентиляція. Механічна вентиляція. Основні вимоги до вентиляційних установок.

Розділ 2. ТЕПЛОВА ВЗАЄМОДІЯ ЛЮДИНИ З НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Тема 4. Теплові комфортні умови.

Тепловий баланс людини і шляхи виділення тепла з організму. Параметри повітряного середовища, які впливають на комфортний стан людини. Кондиціонування повітря і технологічні процеси. Тепловий режим і тепловий баланс гірничих виробок.

Тема 5. Вплив мікроклімату на працездатність та продуктивність праці.

Вплив мікроклімату на працездатність людини у промислових приміщеннях. Трудомісткість гірничих робіт. Вплив кліматичних чинників на продуктивність праці і працездатність людини у підземних умовах. Нормування кліматичних умов у гірничих виробках.

Тема 6. Оцінка ефективності комфортного кондиціонування повітря у гірничих виробках.

Визначення зони теплового комфорту підземного мікроклімату. Визначення граничних параметрів підземного мікроклімату. Оцінка ефективності комфортного кондиціонування повітря у гірничих виробках.

Розділ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВЕНІЛЯЦІЇ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.

Тема 7. Основні якості вологого повітря.

Визначення поняття “вологе повітря”. Основні величини, які характеризують стан вологого повітря. $I-d$ – діаграма вологого повітря. Розрахунок основних процесів вологого повітря (нагрівання, охолодження, осушка адіабатичне зволоження і охолодження, кутовий коефіцієнт) на $I-d$ діаграмі; суміші повітря і різних парів.

Тема 8. Аеродинамічний розрахунок вентиляційних систем

Розрахунок повітропроводів припливних і витяжних систем механічної і природної вентиляції. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції з механічним побудником руху повітря. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції з природним побудником руху повітря. Програмне забезпечення комп’ютерного розрахунку систем вентиляції.

Тема 9. Розподіл повітря в приміщеннях

Загальна частина. Схеми розподілу повітря у приміщеннях різного призначення. Розподіл повітря струменями. Залежності, які характеризують струмінь. Вентиляційні решітки. Плафони (анемостати). Насадки з форсунками.

Розділ 4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ

Тема 10. Принципи роботи холодильної машини

Основні поняття, пов’язані з роботою холодильної машини. Термодинамічні цикли холодильних машин. Основні елементи холодильної машини. Робота холодильної машини в режимі теплового насосу. Холодильні агенти.

Тема 11. Сучасні способи і засоби боротьби з високими температурами на робочих місцях виробничих приміщень і глибоких шахт.

Спосіб перерозподілу тепловологісного потенціалу і установка для його здійснення. Установка для перегрівання робітників у гірничих виробках глибоких шахт. Способи нормалізації атмосферних умов у лавах глибоких шахт і рудників.

Розділ 5. ВЕНІЛЯТОРИ І ВЕНІЛЯЦІЙНІ МЕРЕЖІ.

Тема 12. Класифікація вентиляторів.

Відцентровані вентилятори. Діаметральні вентилятори. Осьові вентилятори. Основні характеристики вентиляторів. Графічні характеристики вентиляторів.

Тема 13. Вентиляційні мережі.

Робота вентилятора в мережі. Аеродинамічний розрахунок повітророзподільних мереж. Сумісна робота вентиляторів. Правила теорії подоби для вентиляторів. Конструкції вентиляторів.

2.3. Приблизний перелік лабораторних та практичних робіт

1. Вивчення нормативно-правових актів з дисципліни «Промислова вентиляція та кондиціонування повітря».
2. Вивчення апаратури і методів вимірювання тиску у повітряному потоці.
3. Розрахунок вентиляції виробничих приміщень та вибір типу вентилятора.
4. Проектування вентиляції підготовчих виробок та вибір вентилятора місцевого провітрювання.
5. Розрахунок теплових надлишків у приміщеннях і вибір побутових кондиціонерів.
6. Дослідження процесів зміни стану вологого повітря та їх побудовання на *I-d* діаграмі (Європейська та Американська версії).
7. Прогнозування температурних умов у гірничих виробках вентиляційних горизонтів глибоких шахт.

3. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗАЛІКУ ТА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Дайте визначення понять вентиляції і кондиціонування повітря, наведіть структуру і зміст дисципліни.
2. Яке значення має вентиляція та кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях і підземних виробках глибоких шахт?
3. Наведіть основні терміни і визначення з вентиляції та кондиціонування повітря.
4. Дайте визначення понять: мікроклімат і робоча зона виробничих приміщень, теплообмін, теплопередача, теплове випромінювання.
5. Охарактеризуйте принципи санітарно-гігієнічного нормування параметрів повітря робочої зони.
6. Охарактеризуйте принципи санітарно-гігієнічного нормування параметрів мікроклімату на робочих місцях.
7. Наведіть класифікацію систем вентиляції.
8. Наведіть класифікацію систем кондиціонування повітря.
9. Які вимоги застосовуються до систем вентиляції і кондиціонування повітря?
10. Охарактеризуйте природну та штучну вентиляцію і кондиціонування повітря.
11. Які основні вимоги застосовуються до вентиляційних установок?
12. Що таке тепловий баланс людини? Шляхи виділення тепла з організму.
13. Охарактеризуйте теплові комфортні умови.

14. Охарактеризуйте загальні положення щодо мікроклімату виробничих приміщень.
15. Які метеорологічні параметри характеризують мікроклімат у виробничих приміщеннях?
16. Який вплив на організм працюючих мають несприятливі параметри мікроклімату?
17. Які заходи приймаються до створення сприятливих умов праці в робочих приміщеннях?
18. Як здійснюється кондиціонування повітря в робочих приміщеннях?
19. Як визначається зона теплового комфорту підземного мікроклімату?
20. Який вплив має мікроклімат на продуктивність праці людини?
21. Як класифікуються теплові комфортні умови?
22. Як визначається зона теплового комфорту підземного мікроклімату?
23. Охарактеризуйте граничні параметри підземного мікроклімату.
24. Як здійснюється оцінка ефективності комфортного кондиціонування повітря у гірничих виробках?
25. Опишіть модель теплової взаємодії людини з навколишнім середовищем у гірничій виробці.
26. Яка роль систем кондиціонування повітря в загальній системі кондиціонування мікроклімату?
27. Наведіть структурну схему системи кондиціонування повітря.
28. Охарактеризуйте основні властивості вологого повітря. Дайте визначення вологого повітря.
29. Опишіть стисло $I-d$ - діаграму вологого повітря. Як будуються на $I-d$ - діаграмі процеси зміни стану вологого повітря?
30. Опишіть процес нагрівання повітря на $I-d$ - діаграмі.
31. Опишіть процес охолодження повітря на $I-d$ - діаграмі.
32. Опишіть процес осушки вологого повітря на $I-d$ - діаграмі.
33. Опишіть адіабатичне зволоження і охолодження на $I-d$ - діаграмі.
34. Охарактеризуйте принцип роботи холодильної машини.
35. Розкрийте основні поняття, пов'язані з роботою холодильної машини.
36. Як здійснюється робота холодильної машини в режимі теплового насоса?
37. Охарактеризуйте термодинамічні цикли холодильних машин.
38. Наведіть і охарактеризуйте основні елементи холодильної машини.
39. Охарактеризуйте холодильні агенти.
40. Наведіть класифікацію вентиляторів.
41. Охарактеризуйте відцентровані вентилятори.
42. Охарактеризуйте діаметральні вентилятори.
43. Охарактеризуйте осьові вентилятори.
44. Наведіть основні характеристики вентиляторів.
45. Охарактеризуйте графічні характеристики вентиляторів.
46. Охарактеризуйте вентиляційні мережі.
47. Як здійснюється робота вентилятора у вентиляційній мережі?
48. Як здійснюється сумісна робота вентиляторів?

49. Наведіть і охарактеризуйте конструкції вентиляторів.
50. Охарактеризуйте тепловий режим земної кори.
51. Розкрийте поняття тепловий режим і тепловий баланс глибоких шахт.
52. Охарактеризуйте методи прогнозу теплового режиму при будівництві підземних споруд.
53. Дайте загальну оцінку способам регулювання теплового режиму глибоких шахт.
54. Охарактеризуйте системи регулювання теплового режиму з розосередженими енергетичними джерелами.
55. Наведіть перспективні технічні рішення щодо регулювання теплового режиму гірничих виробок.
56. Дайте стислий опис способу і установки для теплової релаксації організму робітників.
57. Охарактеризуйте спосіб і установку для кондиціонування рудникового повітря в глибоких шахтах шляхом перерозподілу тепловологісного потенціалу.
58. Опишіть стисло способи нормалізації теплових атмосферних умов у лавах надглибоких шахт шляхом термовологістної і гідравлічної обробки гірського масиву і вентиляційного струменю.
59. Назвіть енергозберігаюче устаткування для систем кондиціонування повітря.
60. Охарактеризуйте основи проектування систем кондиціонування повітря.

4. ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

4.1. Загальні вимоги

Після вивчення дисципліни “Промислова вентиляція та кондиціонування повітря” студенти виконують контрольну роботу, яка включає контрольне завдання та відповіді на шість запитань і розв’язання (рішення 6 задач: 3 задачі з промислової вентиляції і 3 задачі з кондиціонування повітря). Варіант контрольної роботи студент вибирає з табл. 4.1 за останніми двома цифрами номера залікової книжки. Запитання для контрольної роботи вибираються з підрозділу 3, а вихідні дані для задач – з таблиць 4.2 - 4.7. Зміст контрольного завдання і вказівки до його виконання наведено у п. 4.2 і 4.3. Для окремих спеціальностей за погодження з викладачем кількість питань, задач та їх зміст може змінюватись.

Контрольну роботу виконують чорнилом, чітким і розбірливим почерком в учнівському зошиті або на аркушах формату А4. На кожній сторінці залишають поля для зауважень рецензента. Відповіді на запитання і виконання контрольного завдання супроводжують ескізами, схемами і графіками, виконаними олівцем відповідно до вимог технічного креслення. У кінці контрольної роботи необхідно навести список використаної літератури, а також поставити дату виконання та підпис. Контрольну роботу студент здає на кафедру аерології та охорони праці (кімната 4/66).

Зарахована контрольна робота подається викладачу під час складання залі-

ку.

Таблиця 4.1 – Номери запитань і задач для контрольної роботи

№вар.	Номери питань						Номери задач					
1	1	11	21	31	41	51	1а	2л	3к	4и	5ж	6е
2	2	12	22	32	42	52	1б	2а	3л	4к	5и	6ж
3	3	13	23	33	43	53	1в	2б	3а	4л	5к	6и
4	4	14	24	34	44	54	1г	2в	3б	4а	5л	6к
5	5	15	25	35	45	55	1д	2г	3в	4б	5а	6л
6	6	16	26	36	46	56	1е	2д	3г	4в	5б	6а
7	7	17	27	37	47	57	1ж	2е	3д	4г	5в	6б
8	8	18	28	38	48	58	1з	2ж	3е	4д	5г	6в
9	9	19	29	39	49	59	1к	2и	3ж	4е	5д	6г
10	10	20	30	40	50	60	1л	2к	3и	4ж	5е	6д
11	11	2	23	34	42	60	1а	2б	3в	4г	5д	6е
12	12	3	24	35	43	59	1б	2в	3г	4д	5е	6ж
13	13	4	25	36	44	58	1в	2г	3д	4е	5ж	6и
14	14	5	26	37	45	57	1г	2д	3е	4ж	5и	6к
15	15	6	27	38	46	56	1д	2е	3ж	4и	5к	6л
16	16	7	28	39	47	55	1е	2е	3е	4к	5д	6д
17	17	8	29	40	48	54	1ж	2ж	3ж	4л	5в	6ж
18	18	9	30	33	49	53	1и	2и	3и	4а	5и	6и
19	19	10	22	31	50	52	1л	2л	3г	4б	5л	6л
20	20	1	21	32	41	51	1л	2б	3д	4в	5л	6л
21	21	10	11	40	41	60	1а	2г	3е	4г	5а	6а
22	22	9	12	39	42	59	1б	2д	3ж	4д	5б	6б
23	23	8	13	38	43	58	1в	2е	3и	4е	5в	6в
24	24	7	14	37	44	57	1г	2ж	3в	4ж	5г	6г
25	25	6	15	36	45	56	1д	2и	3г	4г	5д	6д
26	26	5	16	35	46	55	1е	2к	3д	4д	5е	6е
27	27	4	17	34	47	54	1ж	2б	3е	4е	5д	6ж
28	28	3	18	33	48	53	1з	2в	3ж	4ж	5е	6и
29	29	2	19	32	49	52	1к	2г	3к	4е	5ж	6к
30	30	1	20	31	50	51	1л	2д	3л	4ж	5а	6е

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

4.2. Зміст контрольного завдання з промислової вентиляції і кондиціонування повітря

4.2.1. Задачі з промислової вентиляції

Задача №1. Розрахувати систему витяжної вентиляції із природним спонуканням руху повітря (рис. 4.1, *цифри в кружках* — нумерація ділянок).

Вихідні дані табл. 4.2: температура усередині приміщення t_{θ} , температура зовнішнього повітря t_H , характеристика каналів в стінах і шахти.

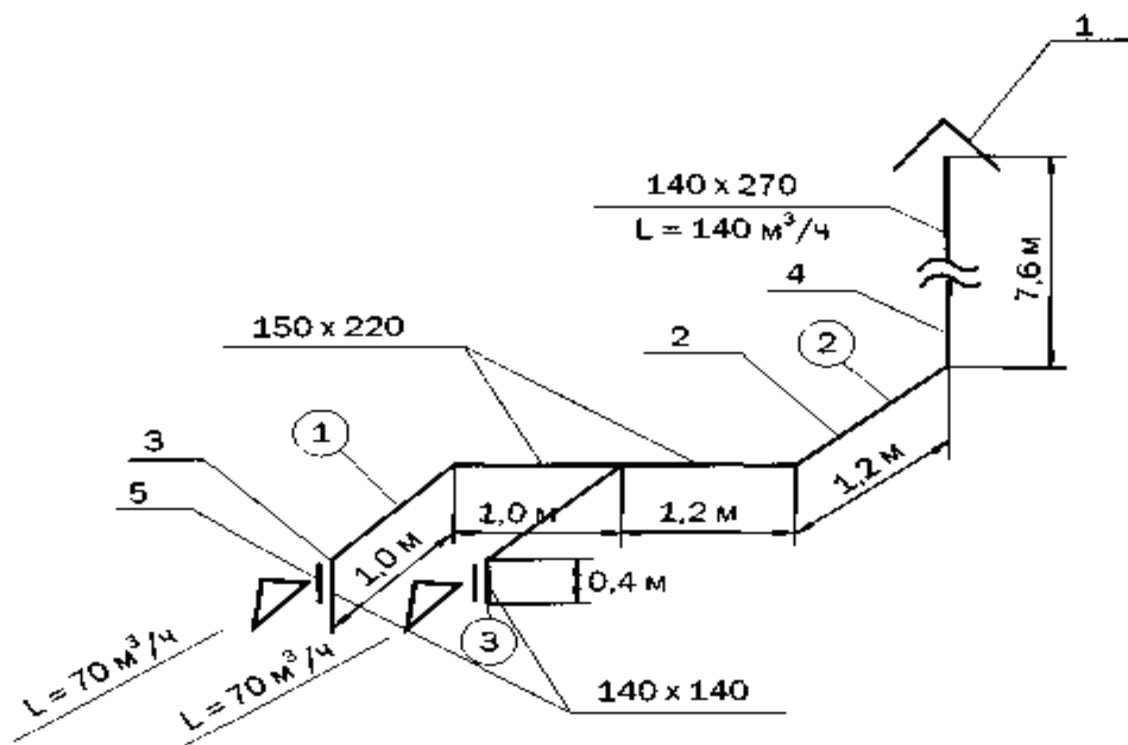


Рисунок 4.1 – Розрахункова аксонометрична схема: 1 - витяжний парасоль; 2 - утеплений шлакогіпсовий короб; 3 - канал; 4 — шахта; 5 — решітка.

Таблиця 4.2

Варіант	t_H , °C	t_{θ} , °C	Вертикальні канали в стінах	Горизонтальні канали в стінах	Характеристика вентиляційної шахти
а	3	23	Листова сталь	Цегельна кладка	Штукатурка по сітці
б	4	26	Цегельна кладка	Шлакобетонні плити	Цегельна кладка зі штукатуркою
в	5	24	Шлакогіпсові плити	Шлакобетонні плити	Цегельна кладка
г	7	22	Цегельна кладка	Вініпласт	Цегельна кладка зі штукатуркою
д	8	21	Шлакобетонні плити	Шлакогіпсові плити	Цегельна кладка
е	9	25	Штукатурка по сітці	Цегельна кладка	Цегельна кладка зі штукатуркою
ж	10	26	Цегельна кладка	Цегельна кладка зі штукатуркою	Цегельна кладка
з	11	27	Вініпласт	Штукатурка по сітці	Цегельна кладка зі штукатуркою
к	12	22	Цегельна кладка	Шлакобетонні плити	Цегельна кладка
л	13	27	Цегельна кладка	Цегельна кладка	Цегельна кладка

Задача №2. Розрахувати систему приточної вентиляції з механічним спонуканням руху повітря (рис. 4.2, цифри в кружках - нумерація ділянок). Наван-

таження і довжина окремих ділянок системи наведені в **табл. 4.3**. Повітроводи - круглі, металеві. Шумоглушник умовно не показаний.

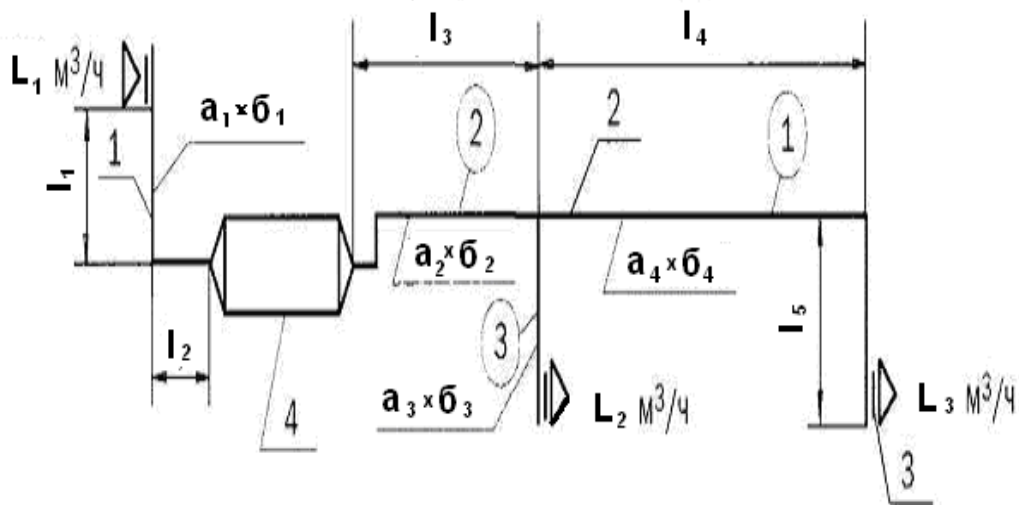


Рис 4.2 – Розрахункова схема повітроводів приточної системи : 1 - шахта з дифузореом і парасолеом; 2 — повітровід; 3 — решітка; 4 — приточна установка.

Таблиця 4.3

Варі- ант	Параметри											
	$L_1,$ $\text{м}^3/\text{г}$	$L_2,$ $\text{м}^3/\text{г}$	$L_3,$ $\text{м}^3/\text{г}$	$l_1,$ м	$l_2,$ м	$l_3,$ м	$l_4,$ м	$l_5,$ м	$a_1 \times b_1,$ мм	$a_2 \times b_2,$ мм	$a_3 \times b_3,$ мм	$a_4 \times b_4,$ мм
а	6700	2800	3900	2	1	3	5	1,5	450x800	450x800	600x500	400x500
б	6600	2700	3900	3	2	2	4	2	400x600	400x600	550x550	450x400
в	6500	2600	3900	4	1	3	5	1	350x450	350x450	540x540	420x520
г	6400	2600	3800	2	2	1	3	1	370x370	370x370	560x400	400x480
д	6300	2500	3800	1,5	2,5	2	4	1,5	390x390	390x390	600x800	450x500
е	6200	2300	3900	1	2	3	4	2	450x500	450x500	600x700	520x530
ж	6100	2300	3800	1,5	1,5	3	5	2	480x560	480x560	620x620	580x560
з	6000	2200	3800	2,5	1	4	1	3	490x590	490x590	630x680	640x560
к	5900	2200	3700	2	2	2	3	1	450x800	450x800	600x500	400x500
л	5800	2100	3700	1,6	2	2	4	1	400x600	400x600	550x550	450x400

Задача №3. За підрахованими підсумковими витратами повітря, Q , $\text{м}^3/\text{ч}$ і витратами тиску в мережі повітропроводу, h , Па (задача 2), використовуючи аеродинамічні характеристики вентиляторів (додаток В), вибрати тип вентилятора і визначити установлену потужність електродвигуна.

4.2.2. Задачі з кондиціонування повітря

Задача №4. По $I-d$ діаграмі для барометричного тиску 745 мм.рт.ст. визначити вологовміст, ентальпію, крапку роси й парціальний тиск водяної пари при температурі повітря t , $^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості ϕ , %.

Таблиця 4.4

Пара- метри	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
$t, ^\circ\text{C}$	22	10	25	30	24	16	20	5	21	8
$\varphi, \%$	54	40	65	50	50	70	60	65	62	75

Задача №5. У виробничому приміщенні необхідно забезпечити температуру $t_n, ^\circ\text{C}$ (об'ємна вага повітря $\gamma, \text{кг}/\text{м}^3$) і відносну вологість $\varphi_n, \%$. Приточне повітря має температуру $t_{np}, ^\circ\text{C}$, надлишок тепла в приміщенні $Q_{над}, \text{ккал}/\text{г}$, вологовиділення $M_n, \text{кг}/\text{г}$. Визначити параметри й витрату приточного повітря.

Таблиця 4.5

Параметри	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
$Q_{над}, \text{ккал}/\text{г}$	44000	33000	22000	25000	35000	45000	50000	28000	55000	34000
$M_n, \text{кг}/\text{г}$	32	30	28	40	29	18	35	20	34	25
$t_n, ^\circ\text{C}$	23,5	24	22	24,2	23,8	23	22,5	21,5	23	23,5
$\varphi_n, \%$	60	54	44	48	42	52	58	46	56	50
$t_{np}, ^\circ\text{C}$	17	16	15	18	19	15	16	17	18	19
$\gamma, \text{кг}/\text{м}^3$	1,2	1,26	1,3	1,25	1,24	1,2	1,3	1,28	1,29	1,23

Задача №6. Визначити сховану температуру охолодження повітря $\Delta t_{cx}, ^\circ\text{C}$ у повітроохолоджувачі, пов'язану зі штучним його осушенням. Температура по сухому термометрі перед і після повітроохолоджувача відповідно $t_{c1}, ^\circ\text{C}$ і $t_{c2}, ^\circ\text{C}$ (рис. 2), відносна вологість рудникового повітря $\varphi_1, \%$ і $\varphi_2, \%$, барометричний тиск повітря $P_B, \text{Па}$, глибина робочого обрію $H, \text{м}$.

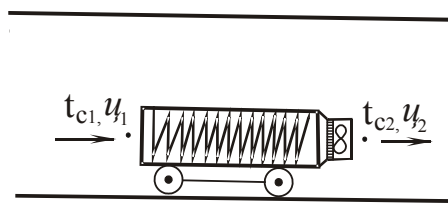


Рис. 2. Схема пункту охолодження повітря в гірничій виробці

Таблиця 4.6

Параметри	Варіант									
	а	б	в	г	д	е	ж	з	к	л
$t_{c1}, ^\circ\text{C}$	30	30	40	29	33	35	29	31	42	38
$t_{c2}, ^\circ\text{C}$	29	25	34	25	27	31	26	26	37	30
$\varphi_1, \%$	90	87	89	85	86	88	83	84	87	89
$\varphi_2, \%$	90	85	87	85	85	83	80	82	84	85
$P_B, \text{Па}$	106910	107810	108000	106580	107900	107990	107000	107750	108900	107980
$H, \text{м}$	800	1000	1200	950	1030	1140	870	1100	1300	1150

4.3. Вказівки до виконання контрольного завдання

Задача №1.

1. Вибір і розрахунок основного напрямку:

а) розташований тиск розраховується по формулі :

$$P_{расп} = H_1 \cdot \Delta \rho \cdot g, \text{ Па}$$

де:

$$\Delta \rho = \rho_3 - \rho_6, \text{ кг/м}^3$$

Визначаємо щільність внутрішнього та зовнішнього повітря по формулі;

$$\rho = \frac{353}{T}, \text{ кг/м}^3$$

де: T-температура повітря, K .

б) основний напрямок приймається через ділянки 1 і 2. З огляду на, те що канали виготовлені з різних матеріалів, відомості про їх зведені в таблиці А.1 додатку А.

в) значення d_u , мм, для кожної ділянки розрахункової мережі розраховується по формулі

$$d_u = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}$$

Дані про еквівалентні діаметри кожної ділянки розрахункової мережі заносяться у зведену таблицю 4.7.

г) величина втрат тиску на тертя R , Па/м, визначається по номограмі, рис. А.1 додатку А, при заданих значеннях (L , м³/ч і V м/с);

д) поправочний коефіцієнт β_u для розрахунку повітроводів приймаємо залежно від швидкості V , м/с, і шорсткості каналів K , мм, по табл. А.2 додатку А;

з) динамічний опір P_d , Па, розраховується по формулі або приймається по номограмі, рис. А.1

$$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

ж) коефіцієнти місцевих опорів прийняті по табл. А.3 додатку А.

Наприклад: ділянка 1 - решітка $\xi = 0,3$; 2 коліна α поворотом на 90° - $\xi = 1,2 \cdot 2 = 2,4$; ділянка 2 - трійник витяжної на проході $\alpha = 90^\circ$ при

$f_0 / f_n = 1,0$ й $L_0 / L_c = 0,5$, $\xi = 1,0$; 2 коліна $\xi = 1,2 \cdot 2 = 2,4$; витяжна шахта 3 дифузором і парасолем $\xi = 0,6$.

$$Z = \sum \xi \cdot P_d$$

Розрахунки наведені у зведеній таблиці:

Перевіримо аеродинамічний розрахунок

$$\frac{5,488 - 5,197}{5,488} \cdot 100 = 5,3\%$$

(припустима величина), що менше $P_{расп}$ на величину в межах 5-10% (див. «Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції із природним спонуканням руху повітря» п. 10).

Таблиця 4.7 – Зведена таблиця результатів

№ уч.	L $м^3/г$	l $м$	$a \cdot b$ $мм$	d_u $мм$	f $м^2$	U $м/с$	R $Па/м$	β_u $м$	$R\beta_u l$ $Па$	P_q $Па$	$\sum \xi$	Z $Па$	$R\beta_u l + Z$ $Па$	$\sum R\beta_u l + Z$ $Па$
1	70	0,4	140x140	140	0,02	0,972	0,12	1,42	0,068	0,567	0,3	0,17	0,238	0,238
		2,0	150x220	178	0,033	0,589	0,035	1,08	0,08	0,208	2,4	0,499	0,579	0,817
2	140	2,4	150x220	178	0,033	1,178	0,12	1,12	0,32	0,833	2,2	1,83	2,15	2,967
		7,6	140x270	184	0,038	1,023	0,08	1,64	1	0,628	1,8	1,13	2,23	5,197
3	70	0,4	140x140	140	0,02	0,972	0,12	1,42	0,068	0,567	1,5	0,85	0,918	0,918
		0,8	150x220	178	0,033	0,589	0,035	1,08	0,03	0,208	-0,2	-0,042	-0,012	0,906

Задача 2.

1. Вибір і розрахунок магістрального напрямку:

а) найбільш протяжним напрямком є напрямок через ділянки 1 та 2. Діаметри круглих металевих повітряпроводів приймаються по швидкості повітря виходячи з рекомендацій табл. Б.1 додатку Б з урахуванням безшумності роботи системи та мінімальних втрат напору. Для вбудовано-прибудованого приміщення кафе рекомендують швидкості, до 9 м/с.

б) по діаметрі повітряпроводу визначається f , $м^2$, потім по формулі розраховуємо фактичну швидкість у повітряпроводі;

$$V = \frac{L_p}{f_\phi}$$

г) величина втрат тиску на тертя R Па/м, визначається по номограмі, рис.А.1 додатку А, при заданих значеннях L , $м^3/г$, і V , м/с;

д) β_u , мм, приймаємо залежно від швидкості V , м/с, по табл. А.2 додатку А, при $K = 0,1$ для повітряпроводів зі сталі;

е) динамічний тиск P_d , Па, розраховується по формулі або приймається по номограмі рис А1;

$$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

з) коефіцієнти місцевих опорів прийняті по табл. 5.

ділянка 1 – решітка жалюзійна $\xi = 0,3$; коліно $\xi = 1,2$;

трийник притяжної на прохід $\alpha = 90^\circ$ при $f_o + f_n = f_c$ й $V_o/V_c = 0,66$, $\xi = 0,65$;

ділянка 2 – конфузور перед вентилятором $\alpha = 30^\circ$ $\xi = 0,15$; два коліна $\xi = 2 \times 1,2 = 2,4$; регулювальний клапан притяжної установки $\xi = 0,5$;

калорифер притяжної установки $\Delta P_{об} = 5,5$ Па; дифузор після вентилятора $\alpha = 20^\circ$ $\xi = 1,0$; коліно $\xi = 1,2$;

припливна шахта з дифузором і парасолем $\xi = 0,4$.

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

Таблиця 4.8 – Зведена таблиця результатів

№ уч	L м ³ /г	l м	d мм	f м ²	U м/с	R Па/м	β_u м	$R\beta_u l$ Па	P_q Па	$\sum \xi_a$	Z Па	$R\beta_u l + Z$ Па	$\sum R\beta_u l + Z$ Па
1	2000	5,6	400	0,126	4,41	0,58	0,98	3,18	11,67	2,15	25,09	28,27	28,27
2	6800	5,0	630	0,32	6,054	0,6	0,92	2,76	21,99	5,15	113,25	116,01	144,28
3	4800	1,2	500	0,196	6,8	0,9	0,97	0,81	27,74	1,0	27,74	28,55	28,55

Сумарні втрати тиску на ділянках 1–2 становлять 144,28 Па. По величині втрат тиску з обліком 10% запасу й витраті повітря 6800 м³/ч підбирається вентилятор.

$$h_B = RQ_B^2 = 144,28 \cdot 1,89^2 = 515 \text{ Па}$$

Задача 3.

Підберемо вентилятор для припливної системи в будівлі при наступних даних: витрата повітря $L_{мережі} = 6800$ м³/г. Втрати тиску в мережі, визначені на підставі аеродинамічного розрахунку повітряпроводу, $\Delta P_{мережі} = 144,28$ Па.

Для вибору вентилятора розрахунковий вентиляційний режим визначається двома параметрами - витратою повітря, що подається L_B і депресією вентилятора ΔP з урахуванням втрат тиску на тертя по усій довжині повітряпроводу, на місцеві опори у фасонних частинах повітряпроводу і на створення

динамічного тиску, повітря, що даремно втрачається при виході, з повітряпроводу. Продуктивність вентилятора:

$$L_{\text{в}} = 1.1 L_{\text{мережі}} = 1.1 \cdot 6800 = 7480 \text{ м}^3/\text{Г}$$

Побудову характеристики мережі робимо по формулі:

$$\Delta P = k \cdot L_{\text{в}}^2$$

де: ΔP – загальний тиск вентилятора (Па) $L_{\text{в}}$ – витрата повітря ($\text{м}^3/\text{Г}$)
 k – постійна.

У нашому випадку вентилятор подає $7480 \text{ м}^3/\text{Г}$ при тиску $144,28 \text{ Па}$.

Спочатку ставимо точку (1) на характеристиці вентилятора, де тиск дорівнює $144,28 \text{ Па}$, а витрата - $7480 \text{ м}^3/\text{Г}$. Вводимо це значення у наведену вище формулу для набуття значення константи k .

$$k = \frac{\Delta P}{L_{\text{в}}^2} = \frac{144,28}{7480^2} = 0,0000025$$

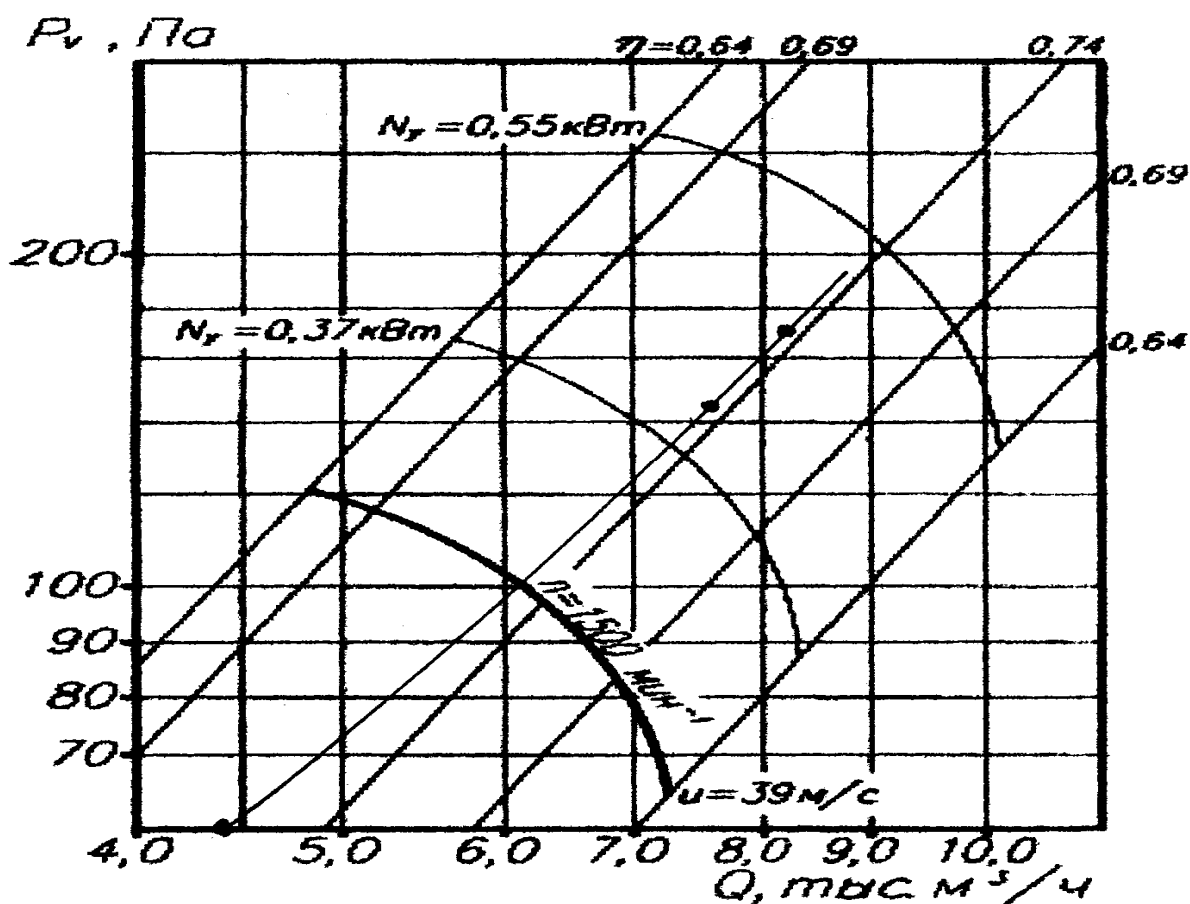
Далі вибираємо довільне зниження тиску, наприклад, 50 Па , розрахуємо витрату повітря і поставимо на графіку точку (2).

$$L_{\text{в}} = \sqrt{\frac{50}{0,0000025}} = 4472 \text{ м}^3/\text{Г}$$

Зробимо теж саме для 170 Па і поставимо на графіку точку (3).

$$L_{\text{в}} = \sqrt{\frac{170}{0,0000025}} = 8246 \text{ м}^3/\text{Г}$$

Тепер намалюємо криву, яка і покаже характеристику мережі. Для наших умов задовольняє вентилятор типу ВО 06-300 №5



Аеродинамічна характеристика вентилятора ВО 06-300 №5

Необхідну потужність на валу електродвигуна N , кВт, при переміщенні свіжого повітря в стандартних умовах визначається по формулі

$$N = \frac{L_B \cdot \Delta P}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт}$$

де L_B – продуктивність вентилятора, $\text{м}^3/\text{г}$; ΔP – загальний тиск вентилятора, (Па); η_B – КПД вентилятора в робочій точці, приймається за аеродинамічною характеристикою вентилятора; η_{II} – КПД передачі; $\eta_{II} = 1$ якщо вентилятор встановлений на валу електродвигуна; $\eta_{II} = 0,95$ – при клиноременній передачі.

$$N = \frac{7480 \cdot 144,28}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,64 \cdot 1} = 0,40 \text{ кВт}$$

Встановлена потужність електродвигуна, кВт

$$N_v = K_3 \cdot N$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна, приймається по таблиці В1 з доповнення В;

$$N_v = 1,2 \cdot 0,40 = 0,48 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун типу А02-11-4 по таблиці В1 доповнення В.

Задача №4.

На I - d діаграмі вологого повітря проводимо ізотерму t , °C до перетинання з лінією φ , % і визначаємо:

1) опускаючись із точки перетинання по вертикалі до перетинання з віссю абсцис, одержуємо вологовміст d , г/кг;

2) відзначаючи точку перетинання лінії $d = \text{const}$ з лінією $\varphi = 100\%$ ($\varphi = 1$) і проводячи через цю точку ізотерму, маємо точку роси t_p , °C;

3) проводячи через точку 1 лінію $I = \text{const}$ (під $\angle 45^\circ$ до вертикалі), знаходимо ентальпію I , ккал/кг;

4) відзначаючи ординату точки перетинання лінії $d = \text{const}$ з лінією $p_{в.п.} = f(d)$, визначаємо парціальний тиск пари $p_{в.п.}$, мм рт. ст.

Задача №5.

Визначаємо величину кутового коефіцієнта:

$$\varepsilon = \frac{Q_{изб}}{M_{\varepsilon}}.$$

На I - d діаграмі знаходимо точку з параметрами, які необхідно забезпечити в приміщенні, і визначаємо d_{ε} , г/кг, I_{ε} , ккал/кг. Знаходимо ε , ккал/кг на полях I - d діаграми і проводимо промінь від нульової точки через ε . Через точку з параметрами, які необхідно забезпечити в приміщенні проводимо промінь процесу, паралельний знайденому кутовому коефіцієнту. На цьому промені відшукуємо точку на перетинанні з температурою приточного повітря рівної t_{np} , °C, і визначаємо d_{np} , г/кг, I_{np} , ккал/кг. Кожен кілограм приточного повітря асимілює тепло $\Delta I = I_{\varepsilon} - I_{np}$ і вологу $\Delta d = d_{\varepsilon} - d_{np}$, тому витрата приточного повітря (L , м³/г) можна визначити по формулі:

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma \cdot \Delta I}.$$

Задача №6.

Розраховуємо вологовміст рудникового повітря перед повітроохолоджувачем і після по формулі

$$U_{1,2} = 0,623 \frac{P_n}{P_B - P_n}, \text{ кг/кг с.в.}$$

Визначаємо ентальпію рудникового повітря перед повітроохолоджувачем і після по формулі

$$i_{1,2} = i_c + i_{\varepsilon} = c_p T + r U, \text{ кДж/кг}$$

де i_c – ентальпія сухої частини повітря, кДж/кг;

i_g – ентальпія водяних пар у повітрі, кДж/кг;

c_p – питома ізобарна теплоємність сухого повітря, кДж/(кг·°C);

r – питома теплота паротворення (схована теплота фазового переходу вода-пара) 2500 кДж/кг;

Визначаємо збільшення загальної ентальпії, сухої частини повітря і схованої теплоємності в повітроохолоджувачі по формулах:

$$\Delta i = i_1 - i_2, \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta i_c = i_{c1} - i_{c2}, \text{ кДж/кг};$$

$$\Delta i_{скр.} = \Delta i_n = \Delta i - \Delta i_c, \text{ кДж/кг}$$

Еквівалентне сховане охолодження повітря, пов'язане зі штучним осушенням повітря за рахунок його охолодження (умовне зниження температури сухого повітря на величину $\Delta i_{скр.}$) дорівнює:

$$\Delta t_{скр.} = \frac{\Delta i_{скр.}}{c_p}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Абсолютна шорсткість стінок повітроводів К, мм, які виготовлені з різних матеріалів

№	Матеріал стінки повітроводу	К, мм
1.	Листова сталь	0,1
2.	Шлакогіпсові плити	1,0
3.	Шлакобетонні плити	1,5
4.	Вініпласт	0,1
5.	Цегельна кладка (канали в стінах)	5,0-10,0
6.	Цегельна кладка з штукатуркою і протиранням поверхні	3,0-6,0
7.	Штукатурка по сітці	10,0
8.	Латунь, скло	0,0015-0,01
9.	Гумові рукави	0,006-0,01

Таблиця А.2 – Поправочний коефіцієнт для розрахунку повітроводів

V, м/с	β_u							
	К=0,1	К=0,2	К=0,5	К=2,0	К=5,0	К=10,0	К=15,0	К=20,0
0,3	0,996	1,005	1,019	1,082	1,183	1,309	1,407	1,488
0,5	0,993	1,008	1,031	1,127	1,267	1,413	1,552	1,650
1,0	0,986	1,015	1,057	1,216	1,420	1,637	1,792	1,915
2,5	0,966	1,034	1,120	1,388	1,682	1,973	2,173	2,329
3,0	0,960	1,039	1,136	1,429	1,740	2,045	2,254	2,418
5,0	0,938	1,057	1,189	1,549	1,908	2,253	2,487	2,669
10,0	0,894	1,088	1,270	1,712	2,130	2,524	2,790	2,996
15,0	0,861	1,107	1,316	1,800	2,247	2,666	2,948	3,166

Таблиця А.3 – Коефіцієнт місцевого опору

№	Найменування	ξ
1	Решітка	0,3
2	Коліно з поворотом на 90°	1,2
3	Трійник витяжної на проході $\alpha = 90^\circ$	1,0
4	Витяжна шахта з дифузореом і парасолеом	0,6

6

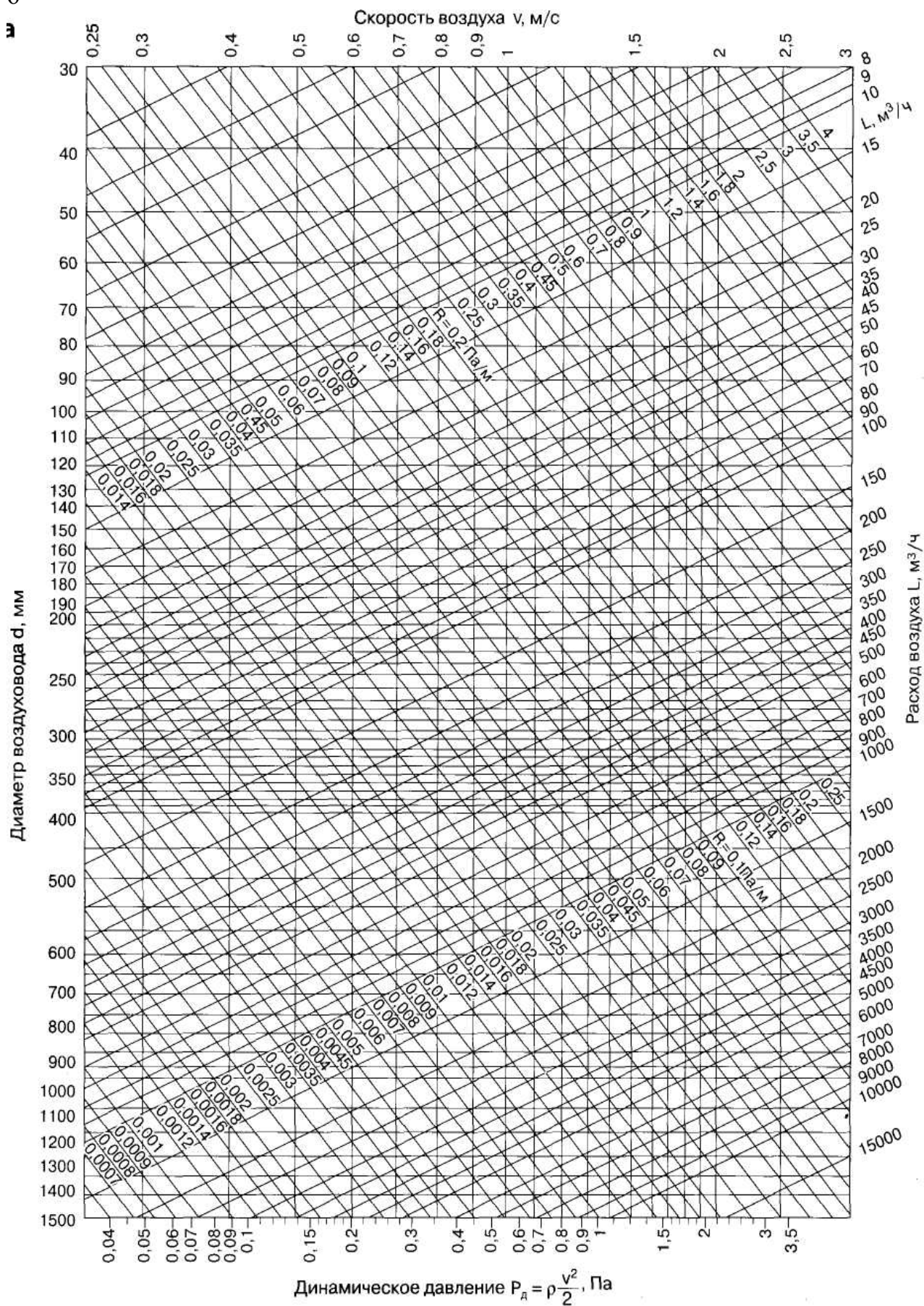


Рисунок А.1 – Номограма для визначення витрат тиску на тертя в круглих повітропроводах природної вентиляції.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Діаметр круглих металевих повітроводів

Найменування приміщень	Обмежуючі умови				
	Безшумність	Низькі втрати напору			
	Магістральні канали	Магістральні канали		Відгалуження	
		Приточний	Витяжний	Приточний	Витяжний
Установи, офіси, банки	6,0	8,0	6,5	6,0	5,0
Ресторани, кафе	7,0	9,0	7,0	7,0	6,0
Підприємства Роздрібної торгівлі	8,0	9,0	7,0	7,0	6,0

Таблиця Б.2 – Коефіцієнт місцевого опору

№	Найменування	ξ
1	Решітка	0,3
2	Коліно з поворотом на 90^0	1,2
3	Трійник приточний на проході $\alpha = 90^0$	0,66
4	Конфузор перед вентилятором $\alpha = 30^0$	0,15
5	Регулювальний клапан приточної установки	0,5
6	Дифузор після вентилятора $\alpha = 20^0$	1,0
7	Проточна шахта з дифузореом і парасолеом	0,4

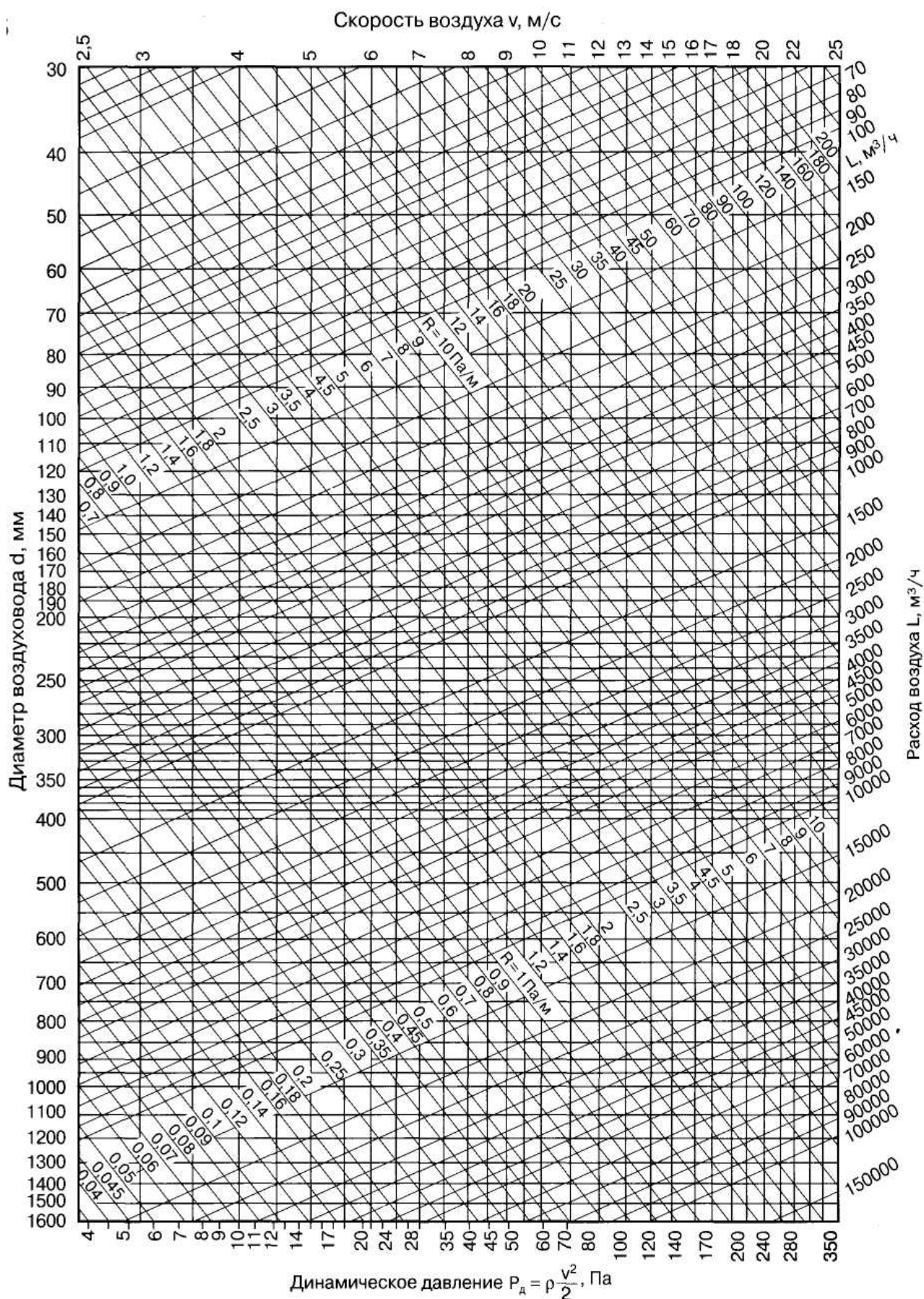


Рисунок Б.1. – Номограма для визначення втрат тиску на тертя в круглих повітроводах механічної вентиляції

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Коефіцієнт запасу потужності електродвигуна

Потужність на валу двигуна, кВт	Коефіцієнт запасу	
	Відцентровий вентилятор	Осьовий вентилятор
до 0,5	1,5	1,2
від 0,51 до 1	1,3	1,15
від 1,01 до 2	1,2	1,1
від 2,01 до 5	1,15	1,05
більше 5	1,1	1,05

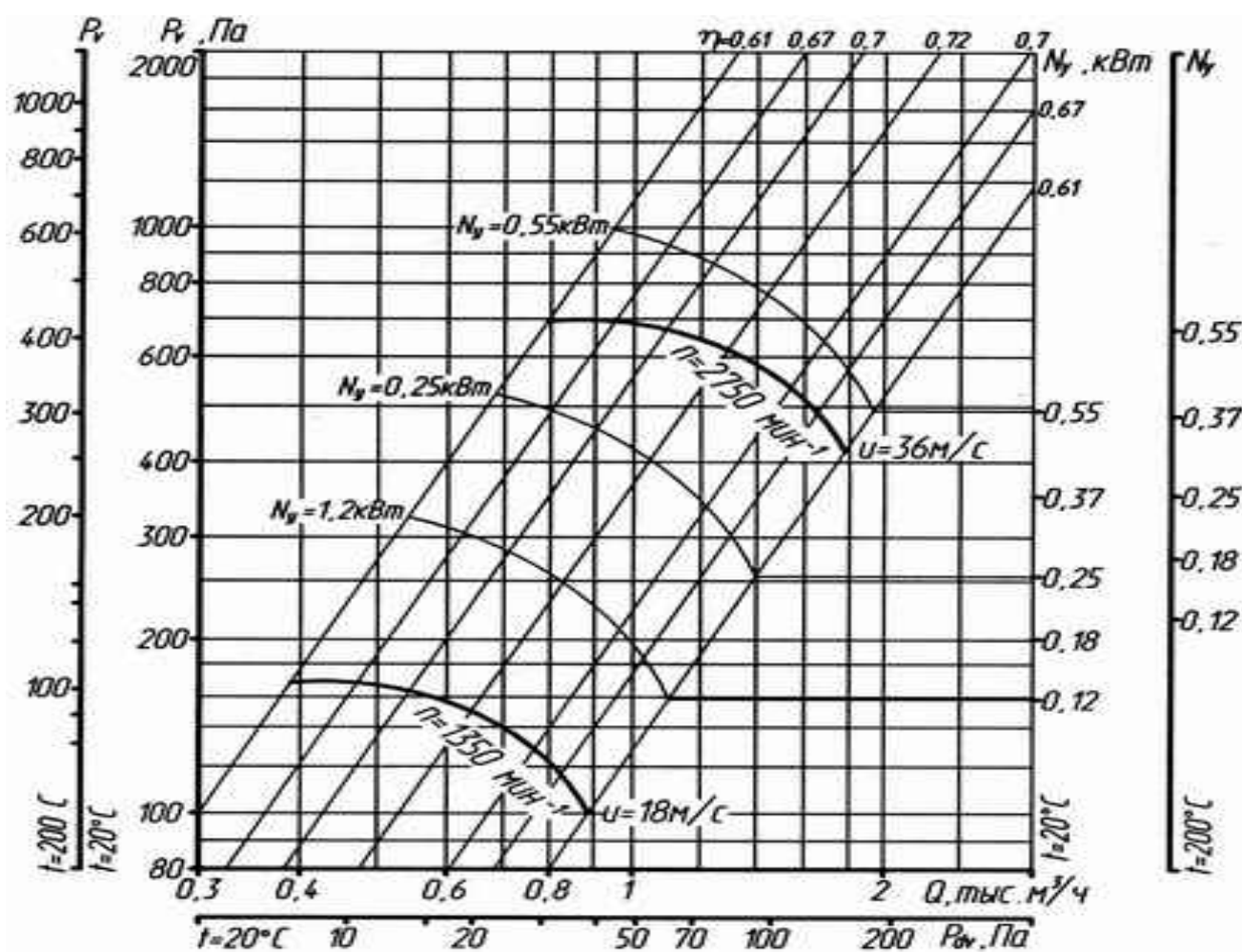
Таблиця В.2 – Характеристика електродвигунів серії А

3000 об/хв (300 рад/с)		1500 об/хв (150 рад/с)		1000 об/хв (100 рад/с)		750 об/хв (750 рад/с)	
тип	N, кВт	тип	N, кВт	тип	N, кВт	тип	N, кВт
A02-11-2	0,8	A02-11-4	0,6	A02-11-6	0,4	A02-41-8	2,2
A02-12-2	1,1	A02-12-4	0,8	A02-12-6	0,6	A02-42-8	3,0
A02-21-2	1,5	A02-21-4	1,1	A02-21-6	0,8	A02-51-8	4,0
A02-22-2	2,2	A02-22-4	1,5	A02-22-6	1,1	A02-52-8	5,5
A02-31-2	3,0	A02-31-4	2,2	A02-31-6	1,5	A02-61-8	7,5
A02-32-2	4,0	A02-32-4	3,0	A02-32-6	2,2	A02-62-8	10,0
A02-41-2	5,5	A02-41-4	4,0	A02-41-6	3,0	A02-71-8	13,0
A02-42-2	7,5	A02-42-4	5,5	A02-42-6	4,0	A02-72-8	17,0
A02-51-2	10,0	A02-51-4	7,5	A02-51-6	5,5	A02-81-8	22,0

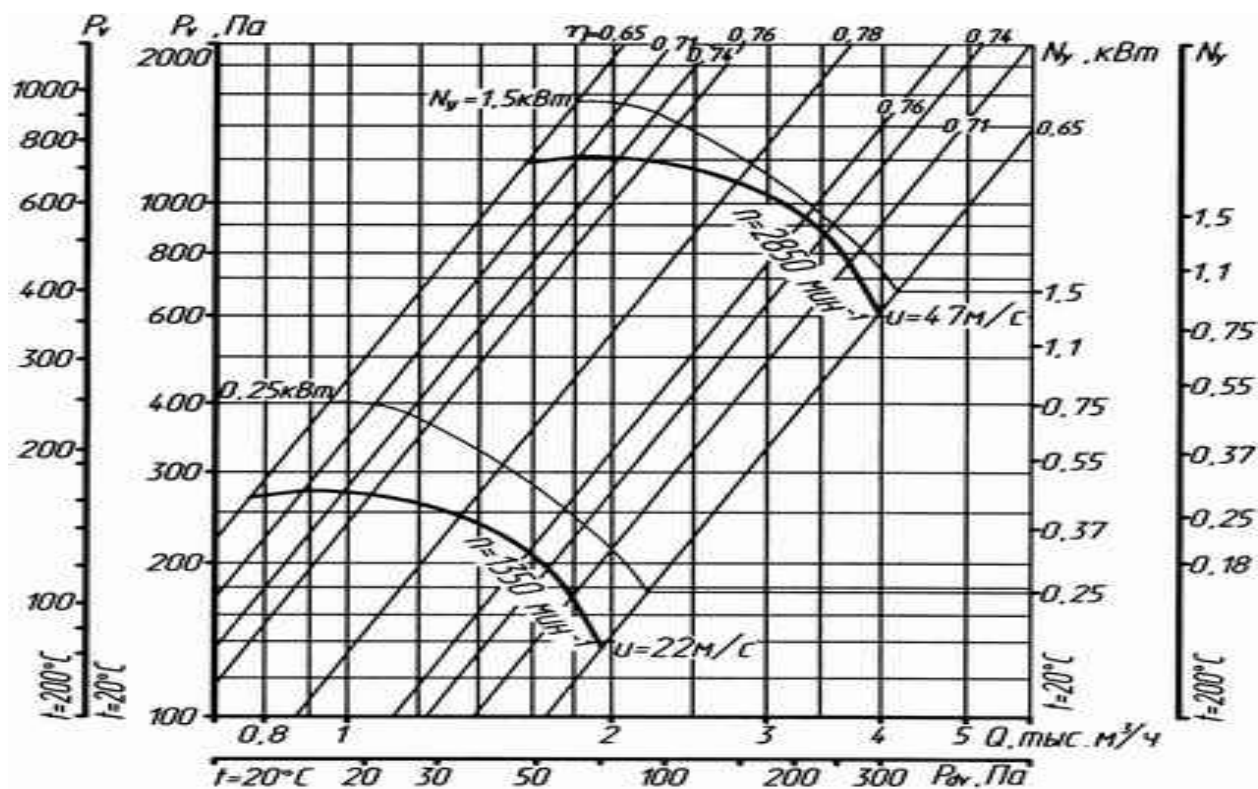
Аеродинамічні характеристики вентиляторів



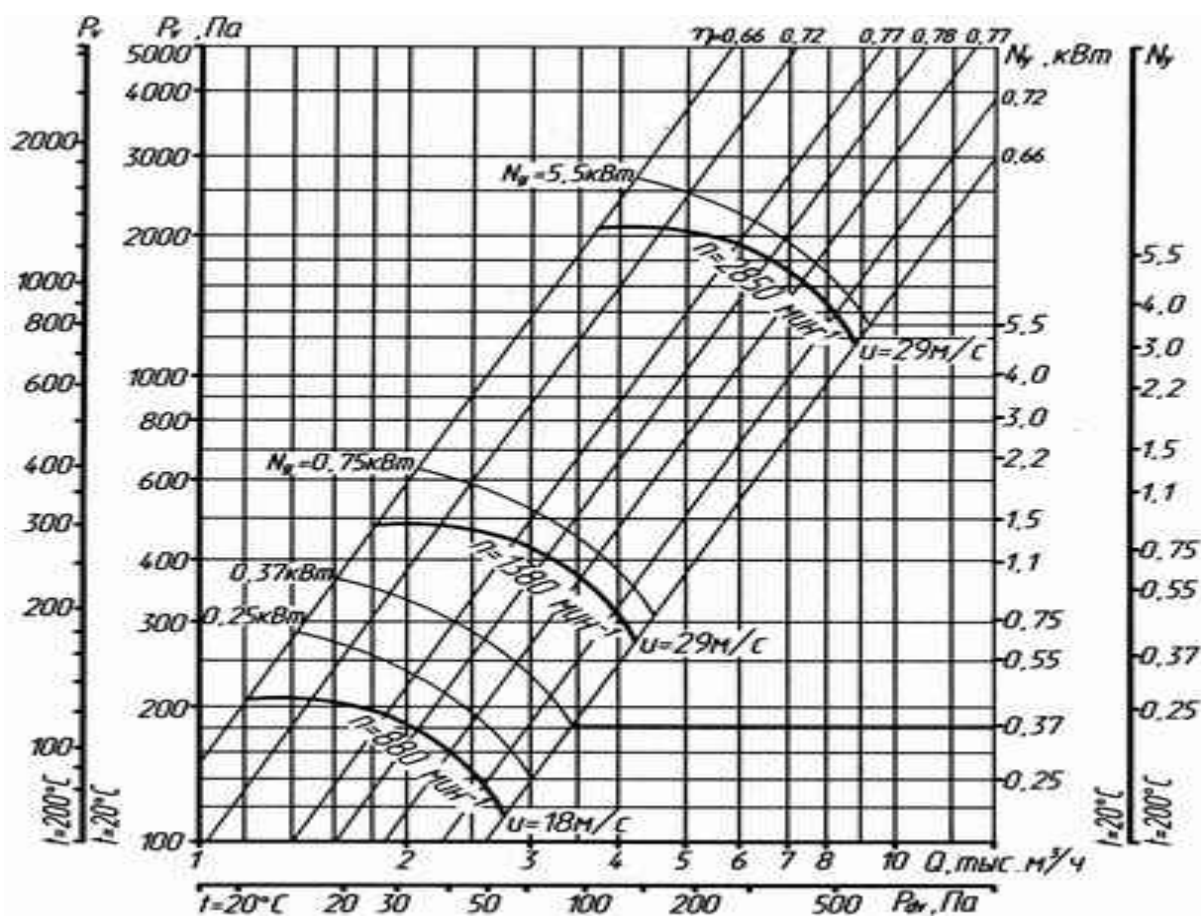
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-2,5



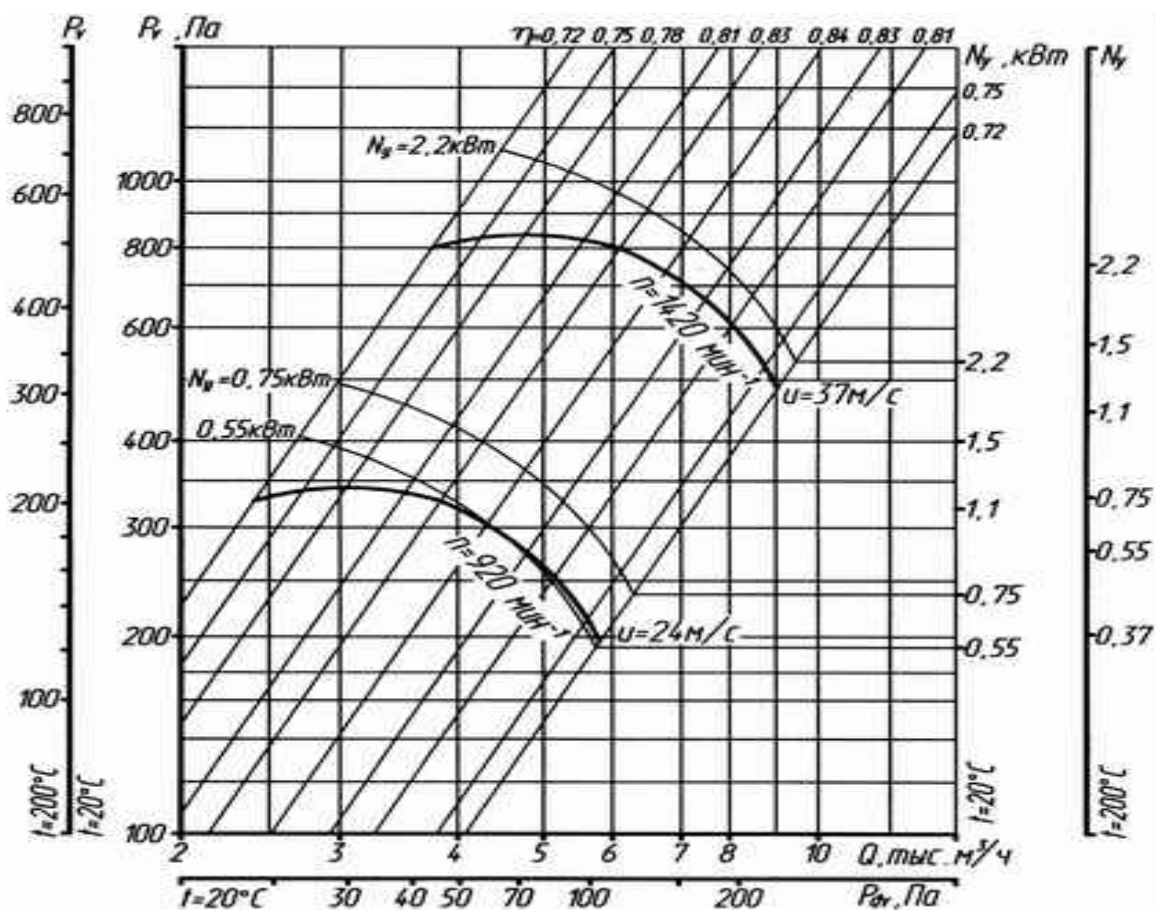
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-3,15



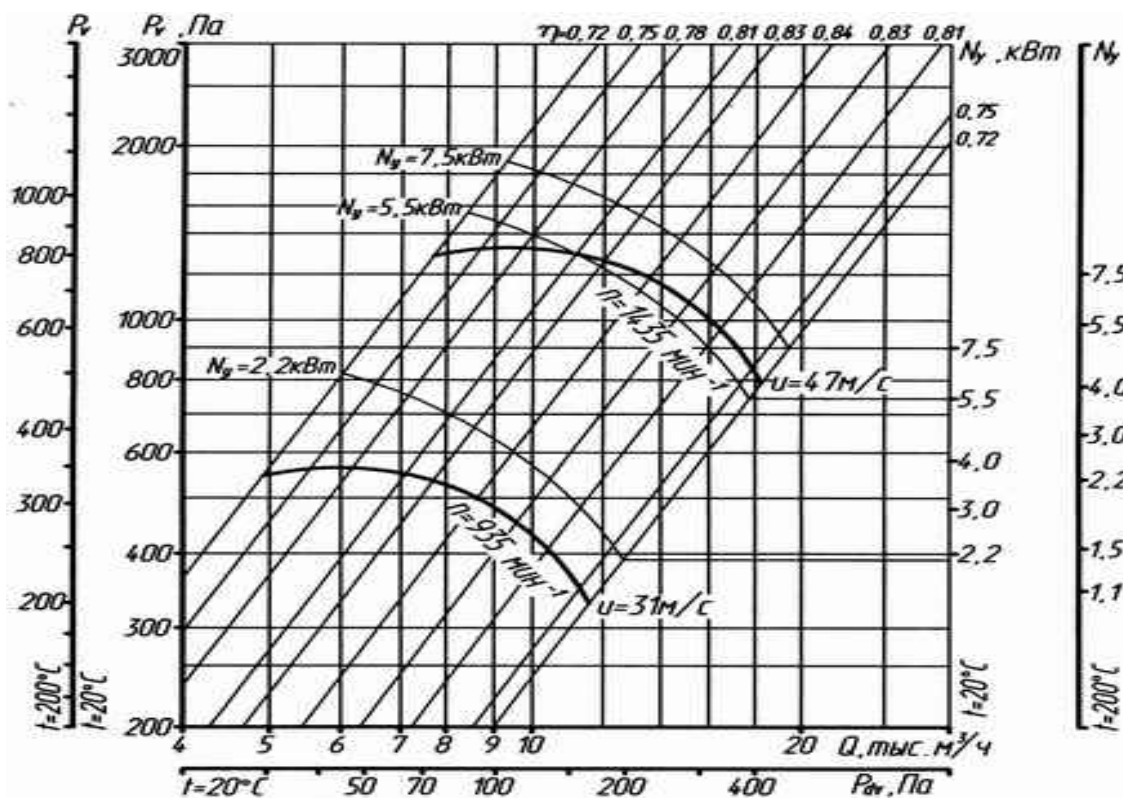
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-4



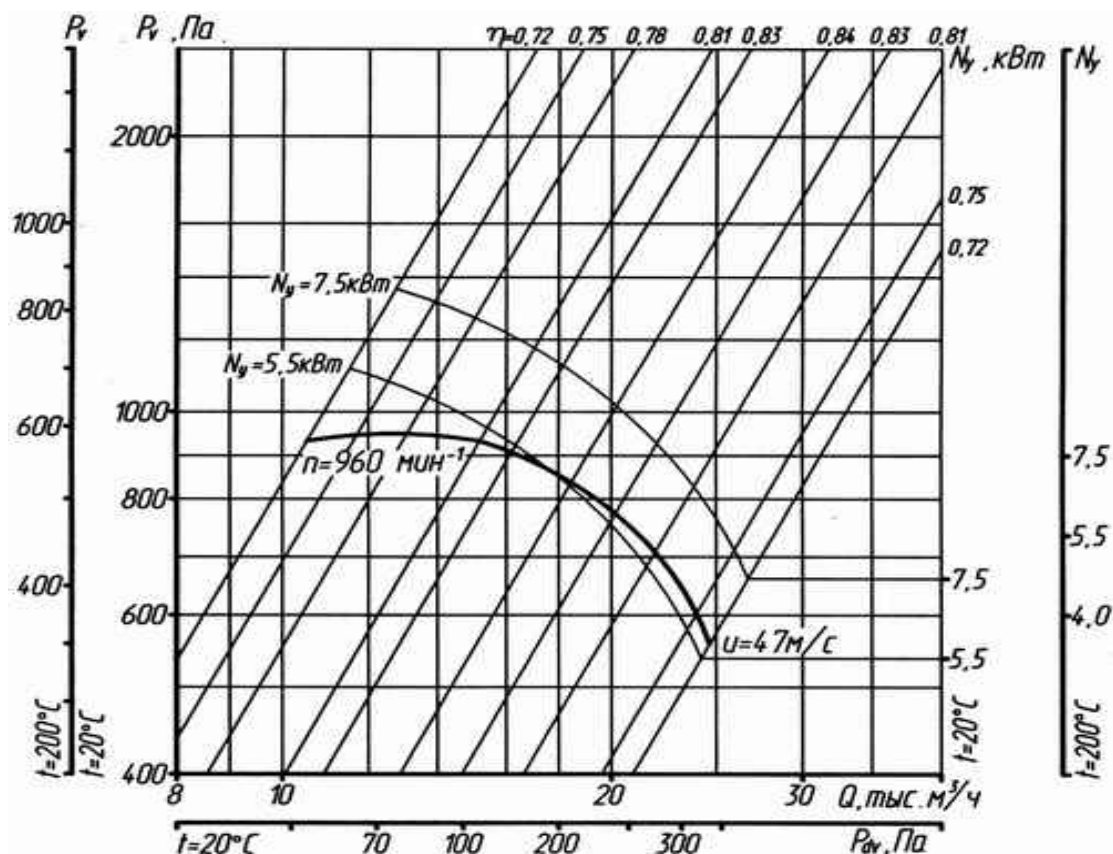
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-5



Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-6,3

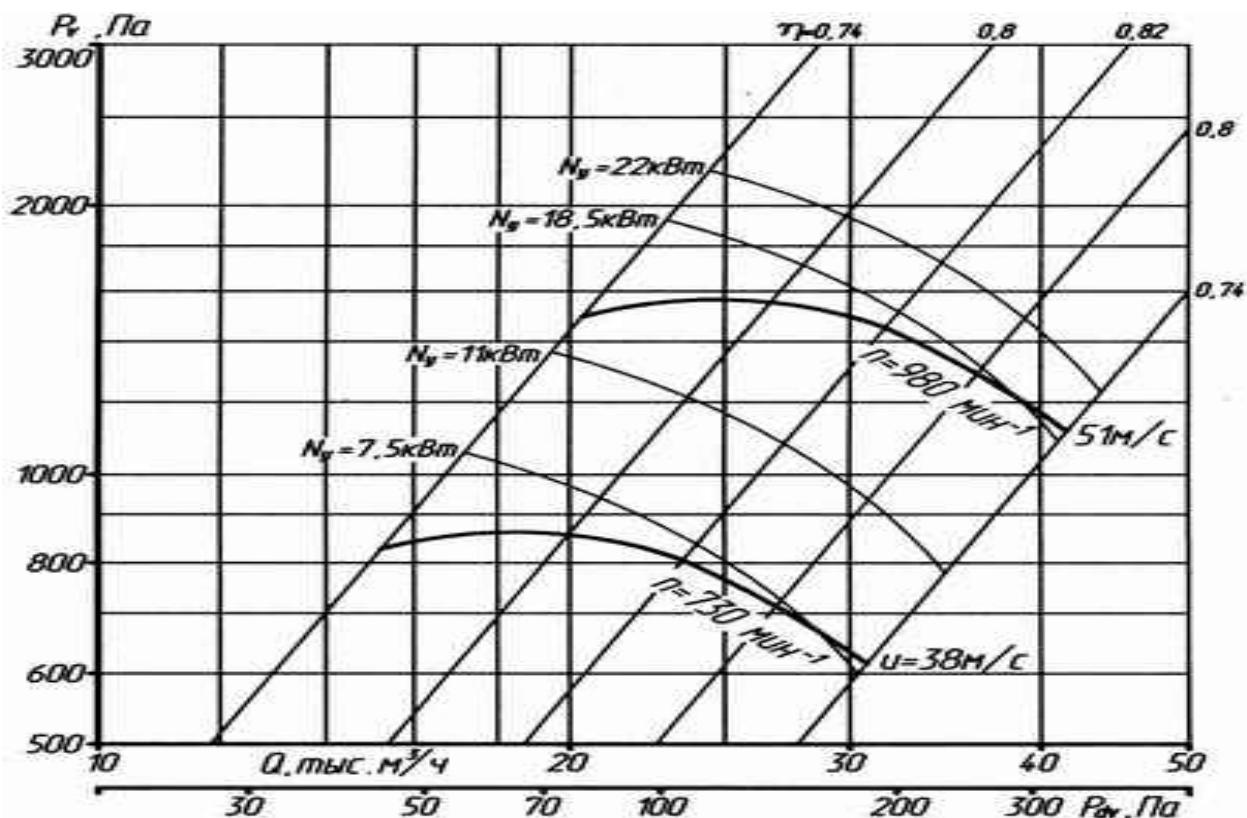


Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-8



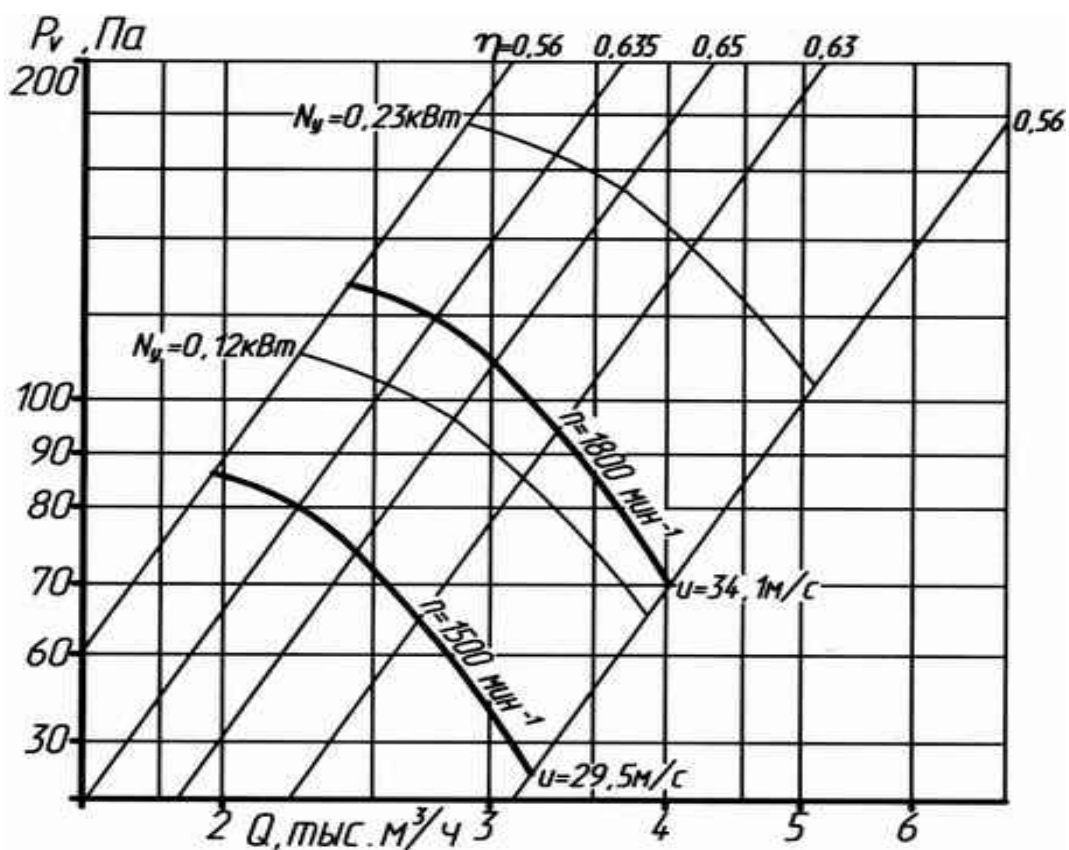
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-10

1-е исполнение.



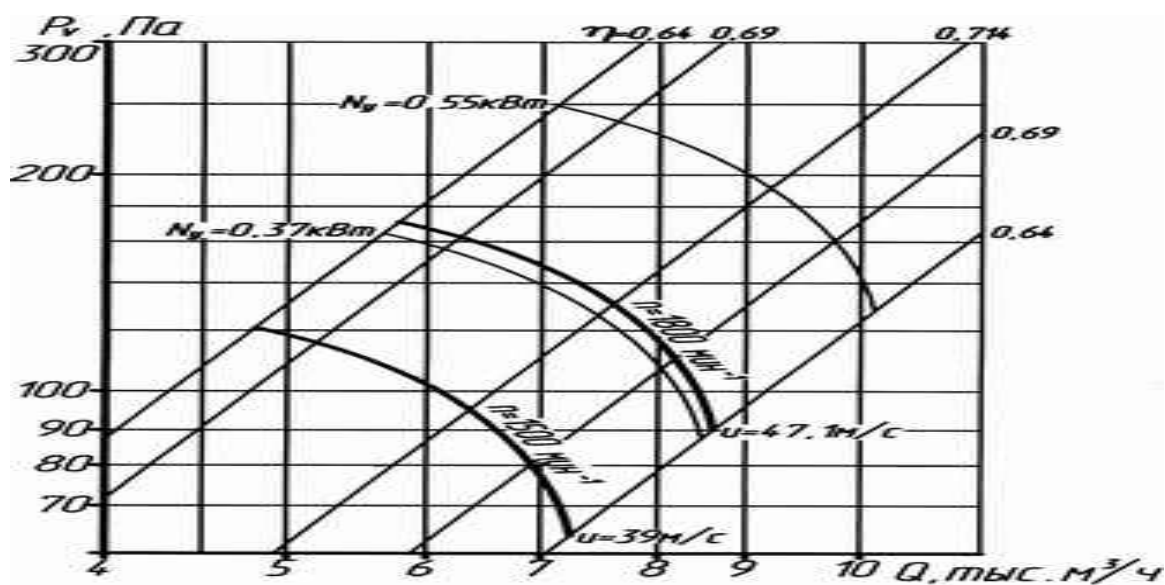
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-10

5-е исполнение.



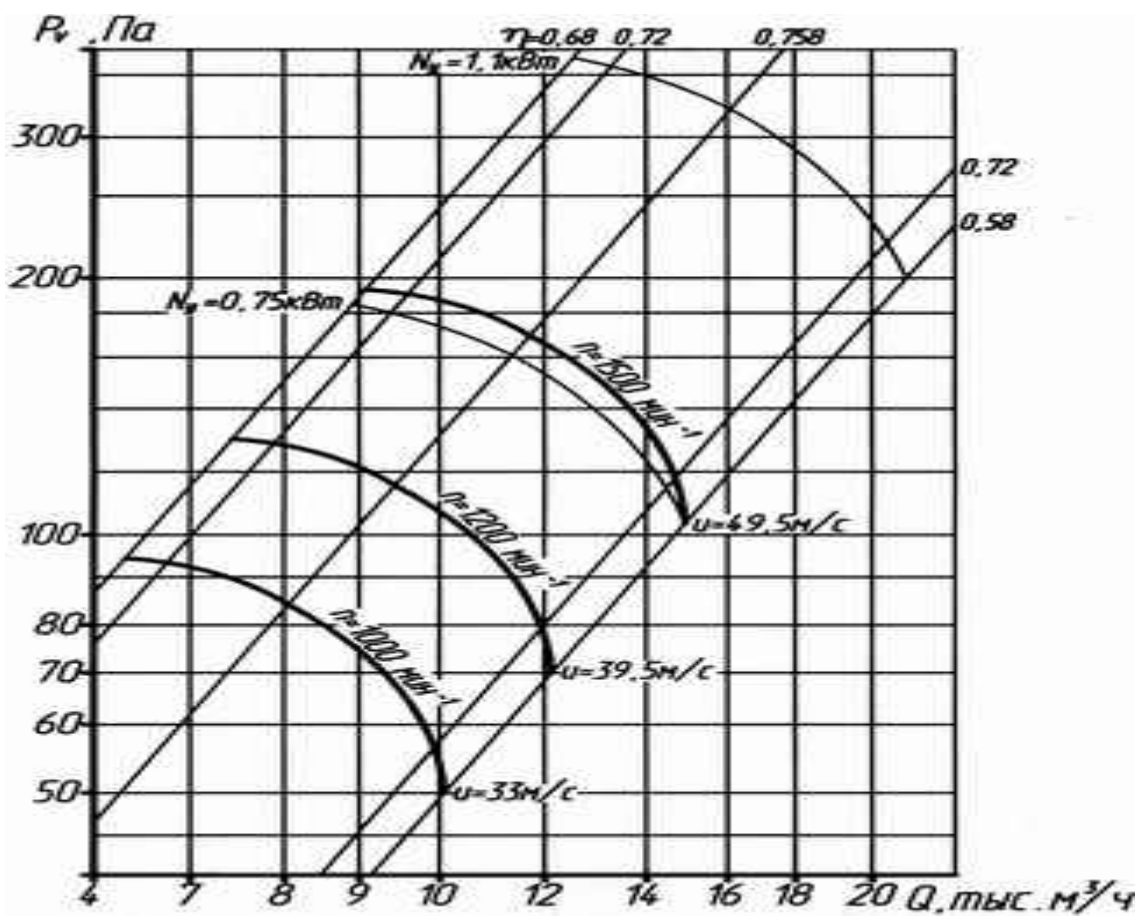
Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-10

6-е исполнение.

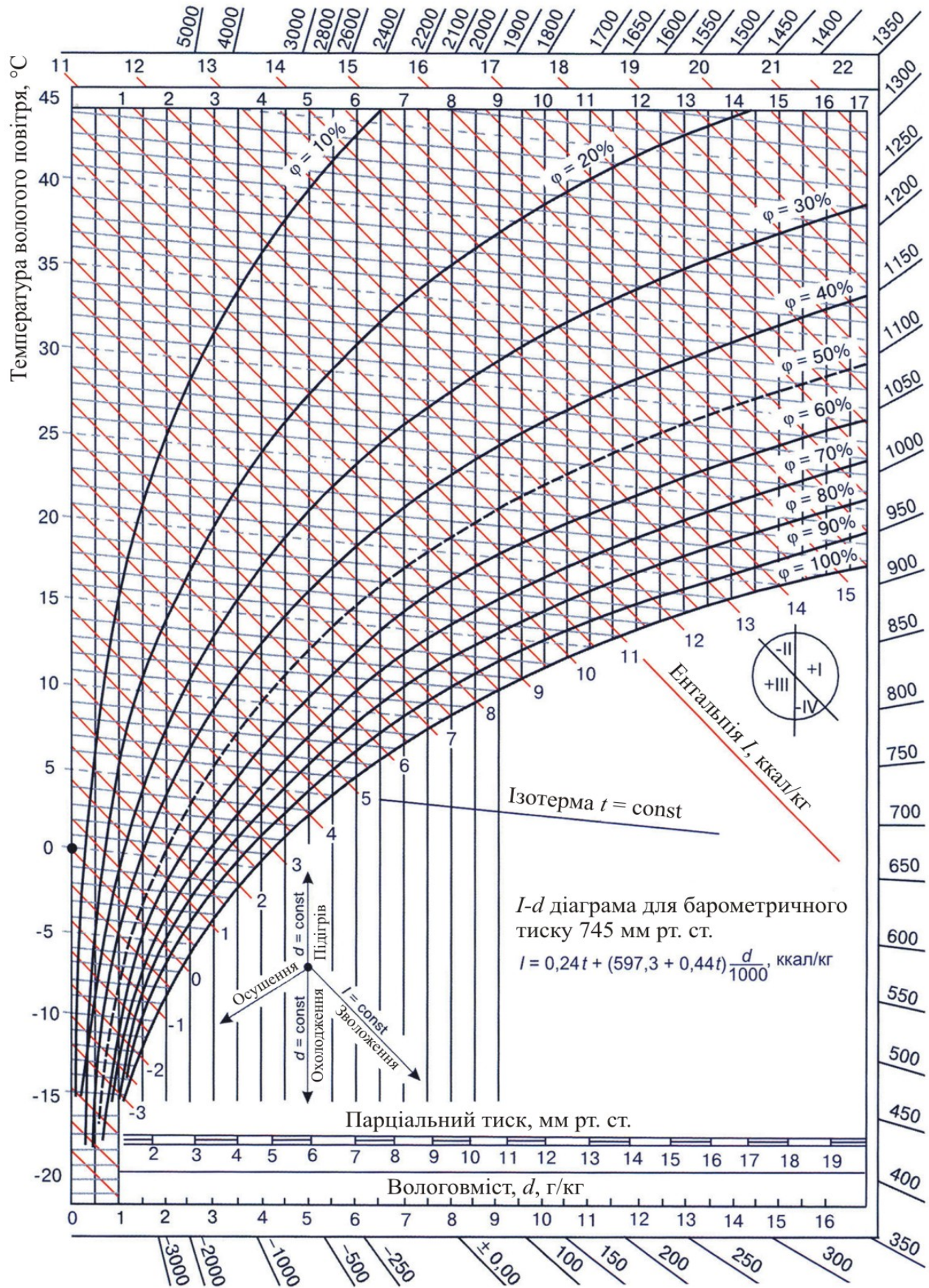


Аеродинамічна характеристика вентилятора ВР 80-75-10

9-е исполнение.



ДОДАТОК Г

Рис. 1. – I - d діаграма вологого повітря

Список літератури

1. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Теория и практика. 2003. – 416 с.
2. Богданов С.Н. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справочник. – СПб.: СПбГУНПТ, 1999. – 320 с.
3. Богословский В.Н. и др. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров; Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1985. – 367 с.
4. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. – М.: Издательство физико-математической литературы. 2003. – 272 с.
5. Німич Г.В. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учеб. пособие] / Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. - К.: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост – Прим», 2003. – 630 с.: ил. – Библиогр.: с. 625-627
6. Основи охорони праці: Підручник./ К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козьяков, Л.О. Митюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2003 – 472 с.
7. Тепловой режим подземных сооружений Севера / А.Ф. Галкин. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 304 с.
8. Колієнко А.Г. Термодинамика: Навчальний посібник . – Львів: ЕКОінформ, 2006.- 130с.
9. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. Пособие для строит. Вузов и фак. По спец. “Теплогазоснабжение и вентиляция”. Ч.2. Вентиляция. – М.: Высш. шк., 1984. – 263 с.
10. Дядькин Ю.Д., Шувалов Ю.В., Тимофиевский Л.С. Горная теплофизика. Регулирование теплового режима шахт и рудников. – Л.: ЛПИ, 1976. – 160 с.
11. Калмыков А.В. Промышленная вентиляционная на обогатительных и брикетных фабриках. – М.: Недра, 1980. – 200 с.
12. Скрыпников В.Б. Энергосберегающая технология системы микроклимата промышленного объекта – Днепропетровск: РИО ПГАСА, 2004. – 205 с.
13. Скрыпников В.Б. Анализ термодинамических процессов в системах охлаждения и тепловых насосах. – Днепропетровск: РИО ПГАСА, 2006. – 244 с.
14. Цейтлин Ю.А. Установки для кондиционирования воздуха в шахтах. – М: Недра, 1974. – 166 с.
15. Щербань А.Н., Кремнев О.А., Журавленко В.Я. Справочное руководство по тепловым расчетам шахт и проектированию установок для охлаждения рудничного воздуха. Изд. 2. перераб. и доп. М.: Недра, 1964. – 508 с.
16. Щербань А.Н., Кремнев О.А. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт. – К.: Изд. АН Украины, 1959. – С 430 (т.1), С 347 (т.2).
17. ГСТУ 101.00174088.001-2003. Системи кондиціонування рудникового повітря. Вимоги безпеки. К.: Мінпаливенерго України, 2003. – 28 с.

18. ДСН 3.3.6. 042 – 99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Державні санітарні норми. К., 1999 – 15 с.
19. ДСП 3.3.1.095-02. Державні санітарні правила і норми (підприємства вугільної промисловості).
20. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН - 245–71. М., Стройиздат, 1972
21. Строительные нормы и правила СНиП 11-33–75. Ч. II. Нормы проектирования.
22. Единая методика прогнозирования температурных условий в угольных шахтах. МакНИИ, Макеевка-Донбасс, 1979. - 196 с.
23. Руководство по выбору горнотехнических способов нормализации климатических условий на выемочных участках глубоких шахт. МакНИИ, Макеевка-Донбасс, 1995. - 44 с.
24. Экспресс-методика прогнозирования температуры воздуха в выработках глубоких шахт Донбасса. МакНИИ, Макеевка-Донбасс, 1985 - 59 с.

Укладачі:

Сергій Олександрович Алексеєнко

Ірина Анатоліївна Шайхліслова

Володимир Григорович Марченко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ
“ПРОМИСЛОВА ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ”
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНО-ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
З НАПРЯМУ “ГІРНИЦТВО”

Редакційно-видавничий комплекс

Редактор

Підписано до друку

Формат 30х42/4.

Папір офсетний. Ризографія. Умовн. друк. арк.

Обліково-видавн. арк. Тираж 100 прим. Зам. №.

НГУ

49027, м. Дніпропетровськ-27, просп. К.Маркса, 19

