Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 144 – «Теплоенергетика»

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 144 – «Теплоенергетика»

Вінниця
ВНТУ
2018

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 9 від 30.05.2018 р.)

Рецензенти:
С. Й. Ткаченко, доктор технічних наук, професор
І. А. Пономарчук, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 144 – «Теплоенергетика» / Уклад. Н. Д. Степанова. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 38 с.

У методичних вказівках розглянуто питання виконання студентами-теплоенергетиками лабораторних робіт з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств», наведено правила виконання і оформлення звіту, контрольні запитання до захисту лабораторних робіт, а також необхідний довідковий матеріал.

ЗМІСТ

Передмова 4
1 Порівняння ефективності роздільної та комбінованої системи енергопостачання 5
2 Визначення оптимального відбору пари з турбіни для підігріву палива на ТЕЦ 8
3 Визначення показників роботи котельні в разі застосування детандер-генераторних агрегатів 11
4 Дослідження роботи турбоустановки ПТ-12-35/5 16
5 Дослідження показників роботи оборотної системи водопостачання промислового підприємства при змінних режимних та схемних параметрах 18
6 Розрахунок системи газопостачання промислового підприємства 27
Література 36
Додаток А 37

ПЕРЕДМОВА

Лабораторний курс з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств» є невід'ємною важливою частиною аудиторного комплексу занять, що призначений для вирішення таких основних завдань:

- вивчення основних показників роботи систем виробництва і розподілу енергоносіїв;
- набуття практичних навичок в галузі проектування систем розподілу енергоносіїв;
- вивчення й набуття навичок практичного застосування існуючих програм для проектування та дослідження систем виробництва і розподілу енергоносіїв.

Отримані знання й досвід є базою для наступного виконання курсових проектів та робіт, бакалаврської роботи, дипломних проектів та робіт. У цілому, виконання й освоєння лабораторного курсу дозволить студентам глибше освоїти й закріпити теоретичні положення дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств», одержати навички їхнього практичного використання на рівні вимог сучасного теплоенергетичного комплексу у подальшій самостійній роботі.

При підготовці до лабораторних робіт студенти вивчають методичні вказівки до їх виконання, рекомендовану літературу, а також виконують підготовчу роботу відповідно до теми завдання. Завдання до лабораторних робіт виконуються за варіантами, попередньо виданими викладачем.

При підготовці до виконання лабораторних робіт необхідно дати повні відповіді на наведені контрольні запитання. Глибоке вивчення теоретичного матеріалу допоможе студентам успішно виконати роботу.

Опис звіту з кожної лабораторної роботи складається з чотирьох частин:

- мета роботи;
- загальні відомості з теми, схеми систем виробництва або розподілу енергоносіїв;
- порядок виконання, реєстрація результатів досліджень;
- обробка результатів, висновки.

Лабораторна робота № 1

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗДІЛЬНОЇ ТА КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Мета роботи: за річними зведеними затратами порівняти варіанти комбінованої та роздільної схем енергопостачання промислових підприємств, виявити оптимальну схему енергопостачання.

Порядок виконання та звітування

Перед початком роботи опрацювати теоретичний матеріал із заданої теми, зобразити схеми комбінованої та роздільної систем енергопостачання.

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом потрібно виписати початкові дані, що наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Початкові дані для порівняння роздільної та комбінованої системи енергопостачання

Варіант	T_1	T_2	DN	$P_п$	$P_к$	$t_п$	$t_в$	ЕК	ЕМ	Q_0	N	P_0
1	4550	4200	64	3,5	3,5	430	100	0,78	0,95	100	50	0,8
2	4450	4300	127	3,5	3,7	440	102	0,79	0,96	150	100	0,8
3	4300	3800	191	3,5	3,6	450	104	0,8	0,95	200	150	0,8
4	4350	3750	254	5	3,8	490	100	0,81	0,96	250	200	0,8
5	4200	3800	318	5	4	500	110	0,82	0,95	300	250	0,8
6	4500	3500	381	5	3,9	510	120	0,83	0,96	350	300	0,8
7	4400	3600	445	9	4,2	520	150	0,84	0,95	400	350	0,8
8	4450	3550	508	9	4,1	525	160	0,78	0,96	350	400	0,8
9	4100	3900	165	9	4,5	530	170	0,79	0,95	150	130	0,8
10	4200	4150	305	13	4,8	535	245	0,8	0,96	200	240	0,8
11	4300	3900	356	13	4,3	540	248	0,81	0,95	300	280	0,8
12	4250	3750	216	13	4,3	545	250	0,82	0,96	250	170	0,8
13	4350	3900	127	24	4,2	540	263	0,83	0,95	100	100	0,8
14	4400	3850	406	24	4,9	545	264	0,84	0,96	120	320	0,8
15	4100	3700	470	24	5	550	265	0,78	0,95	400	370	0,8
16	4000	3850	140	3,5	4	435	101	0,78	0,96	200	110	0,8
17	4050	3900	178	3,5	4,2	445	103	0,79	0,95	180	140	0,8
18	4150	3650	305	9	4,4	520	155	0,8	0,96	320	240	0,8
19	4600	3400	368	9	4,6	525	165	0,81	0,95	350	290	0,8
20	4550	3300	406	13	3,8	540	246	0,82	0,96	380	320	0,8
21	4450	3600	280	13	3,6	545	249	0,83	0,95	280	220	0,8
22	4500	3500	330	24	4,8	545	266	0,84	0,96	370	260	0,8
23	4400	3800	356	5	4,6	495	115	0,78	0,95	340	280	0,8
24	4050	3950	165	3,5	4,4	435	102	0,86	0,96	160	120	0,8
25	4200	4000	271	9	4,0	530	160	0,87	0,95	250	200	0,8

Позначення у табл. 1.1:

T_1, T_2 – час роботи системи у опалювальний і міжопалювальний періоди, відповідно, год;

$P_п$, $t_п$ – тиск та температура пари, що надходить на турбіну, МПа, °С;

$P_к$ – тиск пари на виході із турбіни, кПа;

$t_в$ – температура води, °С;

Q_0, N – теплова та електрична потужності системи, відповідно, МВт.

Ввести початкові дані відповідно до виданого варіанта у розрахункову програму, загальний вигляд робочого вікна програми наведений на рис. 1.1.

За результатами розрахунків потрібно побудувати графіки залежностей B2 = f(P); B1 = f(P); ΔB = f(P). Оформити їх у звіт з лабораторної роботи.

Провести дослідження зміни економії палива від зміни величини електричної потужності: змінити електричну потужність в рамках $N_e = N$, $N_e = 0{,}75 \cdot N$, $N_e = 0{,}5 \cdot N$. Визначити для кожного із випадків максимальну економію палива і побудувати графік залежності ΔB = f(Q*), де $Q^* = Q_0 / N_e$. Графік навести у звіті.

Результати розрахунків, а саме річні витрати умовного палива для роздільної системи енергопостачання (BGRT, BGRE, BRZ) і зведені в таблицю 1 розрахункової програми для лабораторної роботи, оформити у звіті.

Контрольні запитання

1. За рахунок чого відбувається економія палива при роботі теплофікаційних турбін порівняно з конденсаційними?
2. Як визначається ККД з виробки електричної та теплової енергії на ТЕЦ?
3. Як залежить внутрішній ККД з виробки електроенергії на ТЕЦ від частки відбору пари?
4. Які затрати на ТЕЦ найбільші?
5. Як залежать показники роботи ТЕЦ від вартості палива?
6. Чому витрата палива в комбінованих системах енергопостачання менша, ніж в системах роздільного енергопостачання?

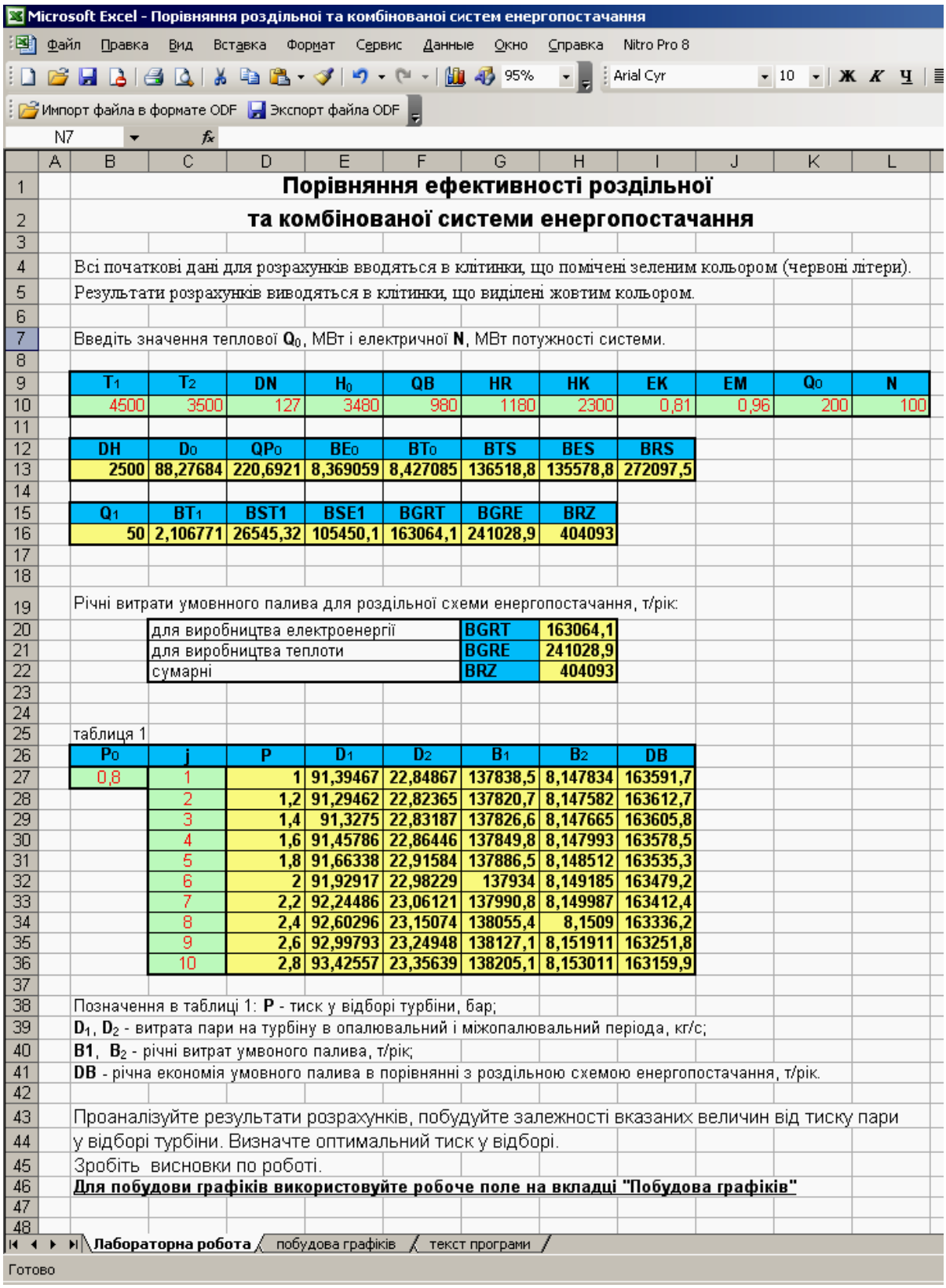


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд робочого вікна програми

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВІДБОРУ ПАРИ З ТУРБІНИ ДЛЯ ПІДІГРІВУ ПАЛИВА НА ТЕЦ

Мета роботи: виявити річну економію палива при його підігріванні з різних регенеративних відборів турбіни, а також оптимальну температуру підігріву.

Порядок виконання та звітування

Перед початком роботи опрацювати теоретичний матеріал із заданої теми, зобразити схему підігріву палива з відборів турбіни (рис. 2.1) у звіті.

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом потрібно виписати початкові дані, що наведені в табл. 2.1.

Ввести початкові дані відповідно до виданого варіанта у розрахункову програму, загальний вигляд робочого вікна програми наведений на рис. 2.2.

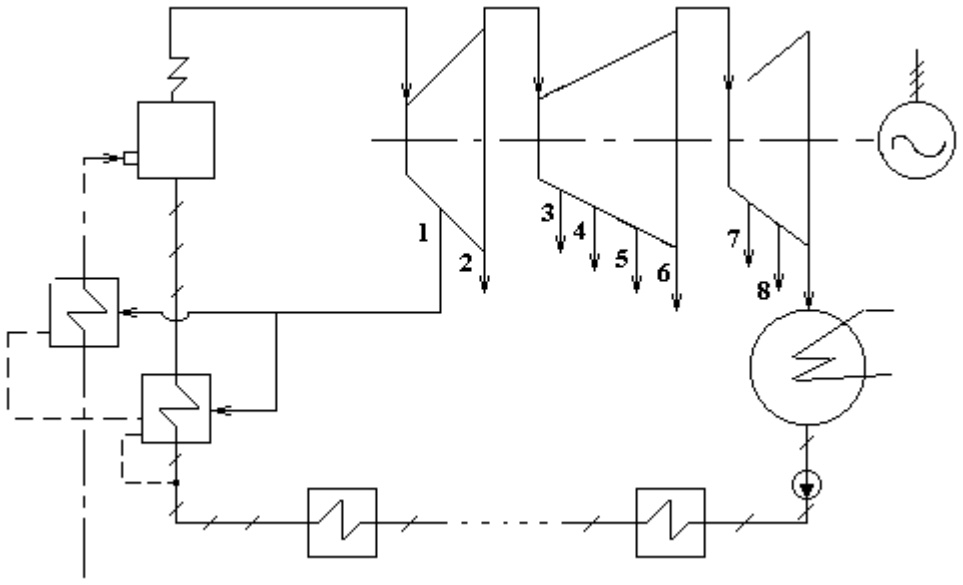


Рисунок 2.1 – Схема підігріву палива з відборів турбіни

За початковими даними провести дослідження із визначення оптимального відбору з турбіни для підігріву палива. За результатами розрахунку побудувати графіки залежностей DB = f (T), B1 = f (T), E1 = f (T), DE = = f (T). Визначити оптимальний відбір пари для підігріву палива.

Отримані графіки і висновки до роботи занести у звіт.

Таблиця 2. 1– Початкові дані для визначення оптимального відбору пари

Варіант	**B, кг/с**	**C, кДж/(кг·К)**	**QR, МДж/кг**	**E**	**S, год**	**T_0, °C**	**RT, °C**
1	0,5	2	39,77	0,85	7400	60	15
2	1	2,05	40,03	0,87	7500	50	10
3	1,5	2,1	40,40	0,89	7600	55	15
4	2	2	40,82	0,91	7800	65	20
5	2,5	2,05	41,25	0,86	7700	50	15
6	4	2,1	39,9	0,88	8000	55	10
7	6	2,03	40,1	0,9	8100	60	20
8	8	2,08	40,6	0,89	8200	65	25
9	3	2	40,9	0,87	8000	60	15
10	5	2,05	41,25	0,85	7800	55	20
11	7	2,1	40,82	0,91	7700	65	25
12	3,5	2,02	40,40	0,88	7600	50	10
13	4,5	2,04	40,03	0,86	7400	55	15
14	5,5	2,06	39,77	0,9	7500	60	20
15	6,5	2,08	39,86	0,85	8000	65	25
16	3	2,1	40,1	0,87	7900	55	10
17	2,5	2,05	40,50	0,89	7600	50	15
18	4	2,07	39,78	0,91	7400	60	20
19	4,5	2,09	40,06	0,86	7500	65	10
20	8	2,01	40,45	0,88	7700	60	15
21	6	2,03	40,85	0,9	7800	55	20
22	5,5	2,02	41,3	0,89	7600	50	15
23	3,5	2,04	40,8	0,87	7400	60	10
24	2,2	2,1	39,84	0,915	8200	50	20
25	2,8	2,05	40,05	0,905	8000	55	25

Контрольні запитання

1. Що розуміють під коефіцієнтом цінності теплоти у відборах?
2. Як залежать коефіцієнти цінності теплоти від коефіцієнтів недовиробки?
3. Що зумовлює економію палива при підігріванні його парою з відборів турбіни ?
4. Чому не вигідно підігрівати паливо парою з відборів великого тиску ?

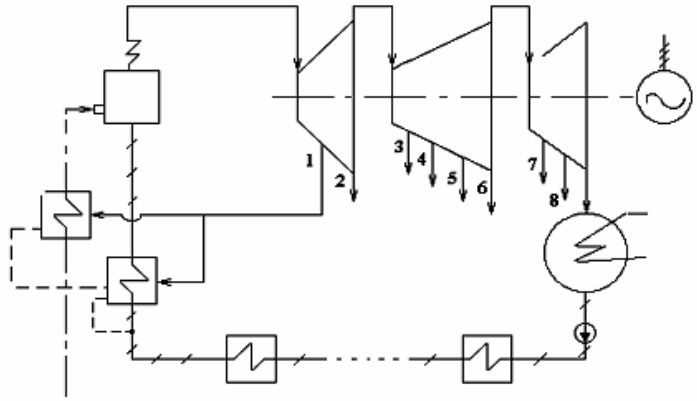
Microsoft Excel - ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВІДБОРУ ПАРИ З ТУРБІНИ ДЛЯ ПІДІГРІВУ ПАЛИВА НА ТЕЦ

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Nitro Pro 8

S40

Визначення оптимального відбору пари з турбіни для підігріву палива на ТЕЦ

Схема підігріву палива з відборів турбіни



Всі початкові дані для розрахунків вводяться в клітинки, що помічені зеленим кольором (червоні літери).

Результати розрахунків виводяться в клітинки, що виділені жовтим кольором.

Введіть витрату палива на котел **B**, кг/с або м^3/с; теплоємність палива **C**, кДж/(кгК) або кДж/(м^{3}К); теплоту згорання палива **QR**, МДж/кг або МДЖ/м^3; ККД котла **E**; річний термін роботи котла **S**, год; величину недогріву палива **RT**, ^{0}C; початкову температуру насичення пари в першому відборі **T0**, ^{0}C.

B, кг/с	C, кДж/кг*К	QR, МДж/кг	E	S, год	T0, ^{0}C	RT, ^{0}C	Y	BO
2,5	2,1	41,4	0,89	7400	60	40	**0,909**	**3,532**

таблиця 1

j	T,°C	DB, т/рік	B1, кг/с	E1	DE
1	**75**	**118,864**	**3,52796**	**0,89113**	**0,00113**
2	**90**	**152,676**	**3,52669**	**0,89145**	**0,00145**
3	**105**	**176,210**	**3,52581**	**0,89167**	**0,00167**
4	**120**	**189,467**	**3,52531**	**0,89180**	**0,00180**
5	**135**	**192,445**	**3,52520**	**0,89182**	**0,00182**
6	**150**	**185,145**	**3,52547**	**0,89175**	**0,00175**
7	**165**	**167,568**	**3,52613**	**0,89159**	**0,00159**
8	**180**	**139,712**	**3,52718**	**0,89132**	**0,00132**
9	**195**	**101,579**	**3,52861**	**0,89096**	**0,00096**
10	**210**	**53,167**	**3,53043**	**0,89050**	**0,00050**

Позначення в таблиці 1: **T** - температура насичення у відборі, ^{0}C; **DB** - річна економія умовного палива, т/рік; **B1** - витрата умовного палива, кг/с; **E1** - нове значення ККД котла; **DE** - приріст ККД котла.

Проаналізуйте результати розрахунків, побудуйте залежності вказаних величин від температури у відборі T; визначте оптимальний відбір для підігріву палива, а також тиск пари в цьому відборі.

Зробіть загальні висновки по роботі.

лабораторна робота | побудова графіків | текст програми

Готово

Рисунок 2.2 - Загальний вигляд робочого вікна програми

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КОТЕЛЬНІ В РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНИХ АГРЕГАТІВ

Мета роботи: дослідити показники роботи детандер-генераторної установки у тепловій схемі котельні залежно від зміни температурних параметрів

Порядок виконання та звітування

Перед початком роботи опрацювати теоретичний матеріал із заданої теми, зобразити схему котельні з детандер-генераторним агрегатом (ДГА) (рис. 3.1).

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом потрібно виписати початкові дані, що наведені в табл. 3.1.

Ввести початкові дані відповідно до виданого варіанта у розрахункову програму, загальний вигляд робочого вікна програми наведений на рис. 3.2. Результати розрахунків (див. рис. 3.3) занести у звіт.

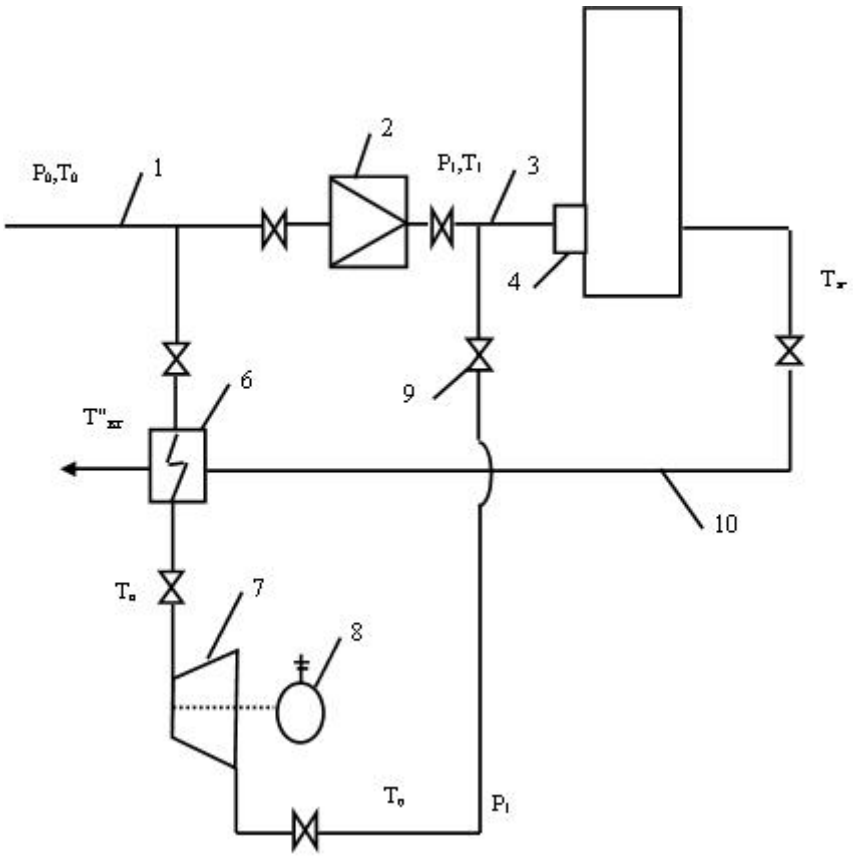
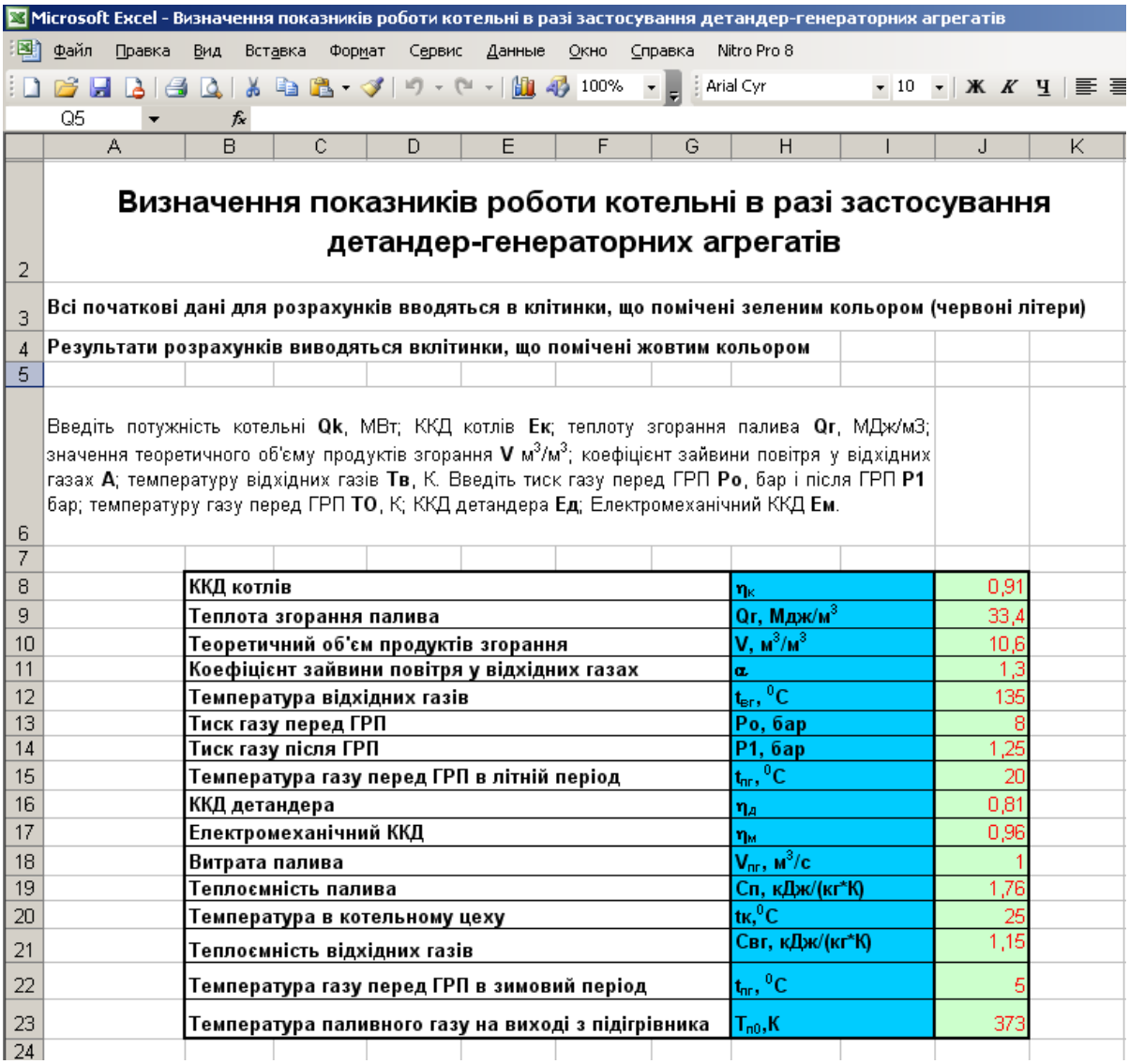


Рисунок 3.1 – Принципова схема котельні з ДГА. 1 – газова магістраль до ГРП; 2 – дросельний пристрій; 3 – газова магістраль від ГРП; 4 – пальник; 5 – котел; 6 – газовий підігрівник; 7 – детандер; 8 – електрогенератор; 9 – запірна арматура; 10 – відхідні гази з котла



Визначення показників роботи котельні в разі застосування детандер-генераторних агрегатів

Всі початкові дані для розрахунків вводяться в клітинки, що помічені зеленим кольором (червоні літери)

Результати розрахунків виводяться вклітинки, що помічені жовтим кольором

Введіть потужність котельні **Qk**, МВт; ККД котлів **Ек**; теплоту згорання палива **Qr**, МДж/м3; значення теоретичного об'єму продуктів згорання **V** м^3/м^3; коефіцієнт зайвини повітря у відхідних газах **А**; температуру відхідних газів **Тв**, К. Введіть тиск газу перед ГРП **Ро**, бар і після ГРП **Р1** бар; температуру газу перед ГРП **ТО**, К; ККД детандера **Ед**; Електромеханічний ККД **Ем**.

ККД котлів	**$\eta_к$**	0,91
Теплота згорання палива	**Qr, Мдж/м^3**	33,4
Теоретичний об'єм продуктів згорання	**V, м^3/м^3**	10,6
Коефіцієнт зайвини повітря у відхідних газах	**α**	1,3
Температура відхідних газів	**$t_{вг}$, ^{0}C**	135
Тиск газу перед ГРП	**Ро, бар**	8
Тиск газу після ГРП	**Р1, бар**	1,25
Температура газу перед ГРП в літній період	**$t_{пг}$, ^{0}C**	20
ККД детандера	**$\eta_д$**	0,81
Електромеханічний ККД	**$\eta_м$**	0,96
Витрата палива	**$V_{пг}$, м^3/с**	1
Теплоємність палива	**Сп, кДж/(кг*К)**	1,76
Температура в котельному цеху	**tк,^{0}C**	25
Теплоємність відхідних газів	**Свг, кДж/(кг*К)**	1,15
Температура газу перед ГРП в зимовий період	**$t_{пг}$, ^{0}C**	5
Температура паливного газу на виході з підігрівника	**$T_{п0}$,К**	373

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд робочого вікна програми із початковими даними

Провести дослідження та побудувати графіки і проаналізувати результати впливу температури газу за підігрівником $t_п$ на величини електричної потужності $N_{ед}$, ККД котлів $\eta'_к$, підвищення ККД котлів за рахунок збільшення теплоти, яка вноситься в топку газом після детандера $\Delta\eta_п$, підвищення ККД котлів за рахунок зменшення температури відхідних газів $\Delta\eta_{вг}$, економії палива ΔB. Крім того, проаналізувати вплив температури газу перед ГРП T_0 на величини $\eta'_к$, $\Delta\eta_п$, $\Delta\eta_{вг}$, ΔB при сталій $N_{ед}$. Аналіз результатів досліджень та графіки вищенаведених залежностей занести у звіт.

Таблиця 3.1 – Початкові дані для проведення роботи

Варіант	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
$\eta_к$	0,89	0,9	0,91	0,92	0,89	0,9	0,91	0,92	0,9	0,89
$Q_г$, МДж/м^3	33,5	34	33,8	34,2	33,7	34,4	33,9	34,6	33,6	35
V, м^3/м^3	10	10,8	10,2	11	10,4	10,7	10,1	10,5	10,9	10,3
α	1,2	1,35	1,4	1,25	1,3	1,2	1,4	1,35	1,25	1,2
$t_{вг}$, °С	120	130	125	135	145	120	140	125	130	120
P_0, бар	3	5	8	4	6	4,5	7	5,5	3,5	6,5
P_1, бар	1,3	1,35	1,25	1,2	1,35	1,25	1,3	1,2	1,35	1,3
$t^л_{пг}$, °С	20	21	19	20	21	19	20	21	19	21
$\eta_д$	0,8	0,81	0,8	0,82	0,8	0,81	0,8	0,82	0,8	0,82
$\eta_м$	0,95	0,96	0,95	0,96	0,95	0,96	0,96	0,95	0,96	0,95
$V_{пг}$, м^3/с	1,5	0,5	2	1	1,3	0,8	1,6	0,9	1,1	1,4
$C_п$, кДж/(кг·К)	1,75	1,76	1,74	1,76	1,74	1,76	1,75	1,76	1,75	1,74
$t_к$, °С	23	25	24	25	23	25	24	23	25	24
$C_{вг}$, кДж/(кг·К)	1,1	1,12	1,11	1,15	1,2	1,1	1,17	1,11	1,12	1,1
$t^з_{пг}$, °С	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$T_{п0}$,К	353	363	373	363	353	373	370	358	368	363

Продовження табл. 3.1

Варіант	***11***	***12***	***13***	***14***	***15***	***16***	***17***	***18***	***19***	***20***
$\eta_к$	0,91	0,89	0,9	0,91	0,92	0,89	0,9	0,91	0,92	0,9
$Q_г$, МДж/м^3	33,4	31,0	37,9	37,6	35,5	35,9	37,3	32,6	32,0	33,2
V, м^3/м^3	10,6	10,2	10,6	10,8	10,4	11	10,3	10,9	10,2	10,1
α	1,3	1,2	1,35	1,4	1,25	1,3	1,2	1,4	1,35	1,25
$t_{вг}$, °С	135	125	135	120	130	140	125	145	120	135
P_0, бар	8	4,5	5,5	6,5	3,5	7,5	4,0	6	5,0	3,0
P_1, бар	1,25	1,32	1,30	1,28	1,25	1,30	1,27	1,32	1,25	1,30
$t^л_{пг}$, °С	20	21	19	20	21	19	20	21	19	20
$\eta_д$	0,81	0,8	0,81	0,8	0,82	0,8	0,81	0,8	0,82	0,8
$\eta_м$	0,96	0,95	0,96	0,95	0,96	0,95	0,96	0,96	0,95	0,96
$V_{пг}$, м^3/с	1	0,95	0,85	1,15	1,6	1,25	1,65	1,35	0,65	1,4
$C_п$, кДж/(кг·К)	1,76	1,75	1,76	1,74	1,76	1,74	1,76	1,75	1,76	1,74
$t_к$, °С	25	22	20	21	24	20	24	22	20	19
$C_{вг}$, кДж/(кг·К)	1,15	1,18	1,12	1,13	1,14	1,18	1,16	1,12	1,17	1,13
$t^з_{пг}$, °С	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$T_{п0}$, К	375	355	365	371	368	354	377	379	352	364

Продовження табл. 3.1

Варіант	***21***	***22***	***23***	***24***	***25***
$\eta_к$	0,89	0,91	0,91	0,92	0,89
$Q_г$, МДж/м^3	35,1	36,2	36,8	37,0	36,4
V, м^3/м^3	10,8	10,4	11	10,2	10,6
α	1,2	1,3	1,4	1,25	1,3
$t_{вг}$, °С	122	132	142	138	148
P_0, бар	7,5	6	5	4,5	6,5
P_1, бар	1,32	1,26	1,28	1,31	1,30
$t^д_{пг}$, °С	20	19	21	20	19
$\eta_д$	0,82	0,80	0,82	0,81	0,8
$\eta_м$	0,96	0,95	0,96	0,95	0,96
$V_{пг}$, м^3/с	0,65	0,95	0,75	0,85	1,05
$C_п$, кДж/(кг·К)	1,75	1,74	1,76	1,75	1,74
$t_к$, °С	18	19	20	22	21
$C_{вг}$, кДж/(кг·К)	1,12	1,18	1,14	1,17	1,16
$t^з_{пг}$, °С	5	5	5	5	5
$T_{п0}$, К	368	365	370	361	358

Контрольні запитання

1. Поясніть, як зміниться електрична потужність детандера в разі зменшення температури газу перед ГРП.
2. Поясніть, як зміниться витрата палива в котлі, якщо температура газу після детандера залишається незмінною, а температура газу за ГРП зменшується.
3. Поясніть, як буде впливати зменшення температури відхідних газів на потужність детандера.
4. Поясніть, як буде впливати збільшення тиску газу за ГРП на потужність детандера.
5. Поясніть, як буде впливати збільшення коефіцієнта надлишку повітря у відхідних газах на потужність детандера.

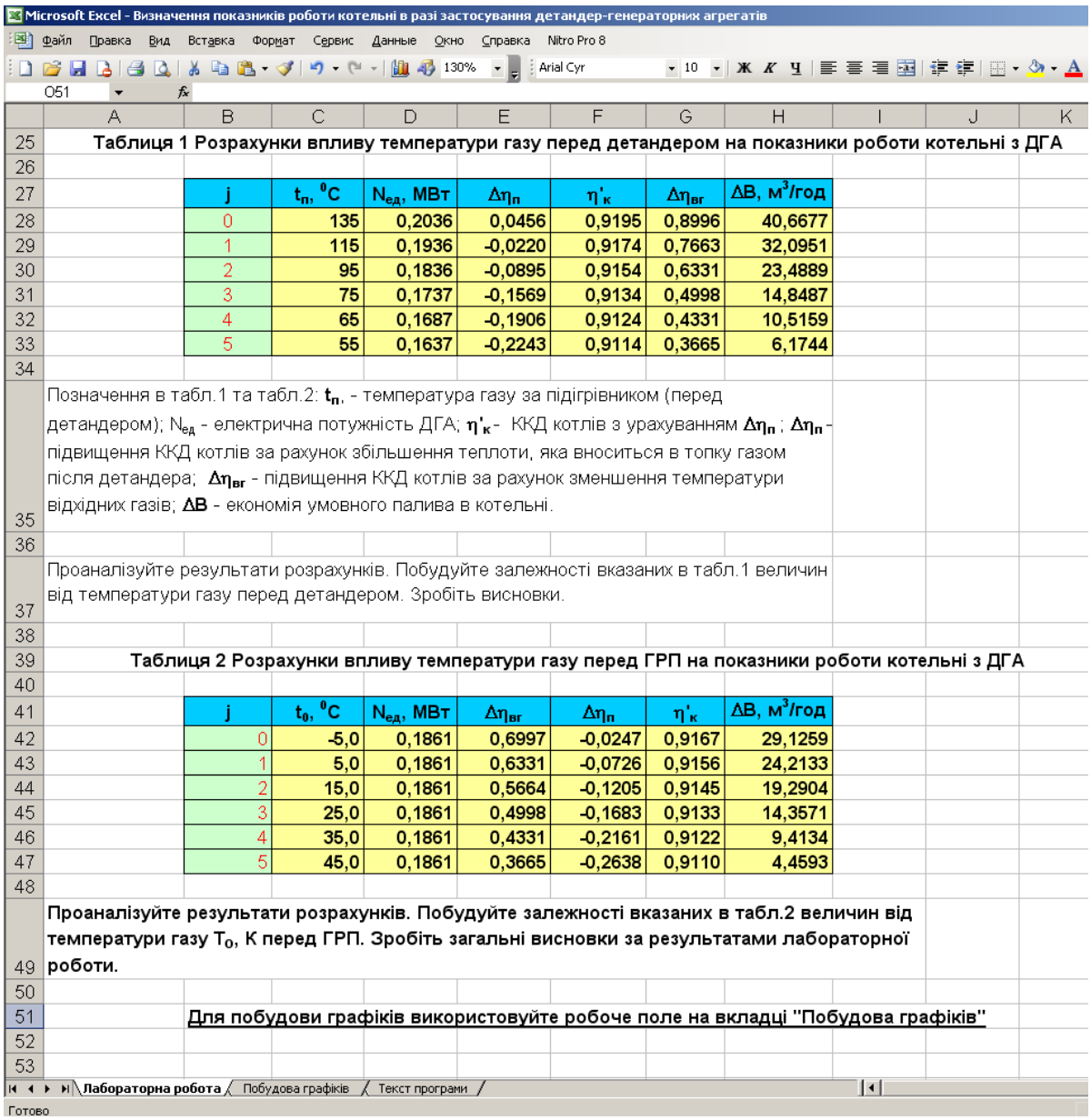


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд робочого вікна програми з результатами розрахунку

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТУРБОУСТАНОВКИ ПТ-12-35/5

Мета роботи: дослідити показники роботи турбоустановки ПТ-12-35/15 залежно від співвідношення потужностей промислових споживачів і потужності парогенератора

Порядок виконання та звітування

Перед початком роботи опрацювати теоретичний матеріал із заданої теми, зобразити теплову схему із турбоустановкою ПТ-12-35/5.

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом потрібно виписати початкові дані, що наведені в табл. 4.1.

Ввести початкові дані відповідно до виданого варіанта у розрахункову програму, загальний вигляд робочого вікна програми наведений на рис. 4.1. Результати розрахунків занести у звіт.

Таблиця 4.1 – Початкові дані для дослідження турбоустановки

Варіант	$Q_{ро}$	$Q_{то}$	AV	ЕК
1	20	10	0,03	0,9
2	18	12	0,028	0,91
3	22	18	0,025	0,89
4	19	11	0,027	0,905
5	23	7	0,026	0,895
7	21	9	0,03	0,915
8	17	13	0,025	0,885
9	24	6	0,027	0,92
10	16	14	0,028	0,905
11	25	5	0,026	0,895
12	15	15	0,03	0,915
13	20	13	0,028	0,885
14	18	15	0,025	0,92
15	22	11	0,027	0,9
16	19	14	0,026	0,91
17	23	10	0,03	0,89
18	21	12	0,028	0,905
19	17	16	0,025	0,895
20	24	9	0,027	0,915
21	16	17	0,026	0,885
22	25	8	0,03	0,92
23	15	18	0,028	0,905
24	24	10	0,025	0,915
25	22	12	0,027	0,895

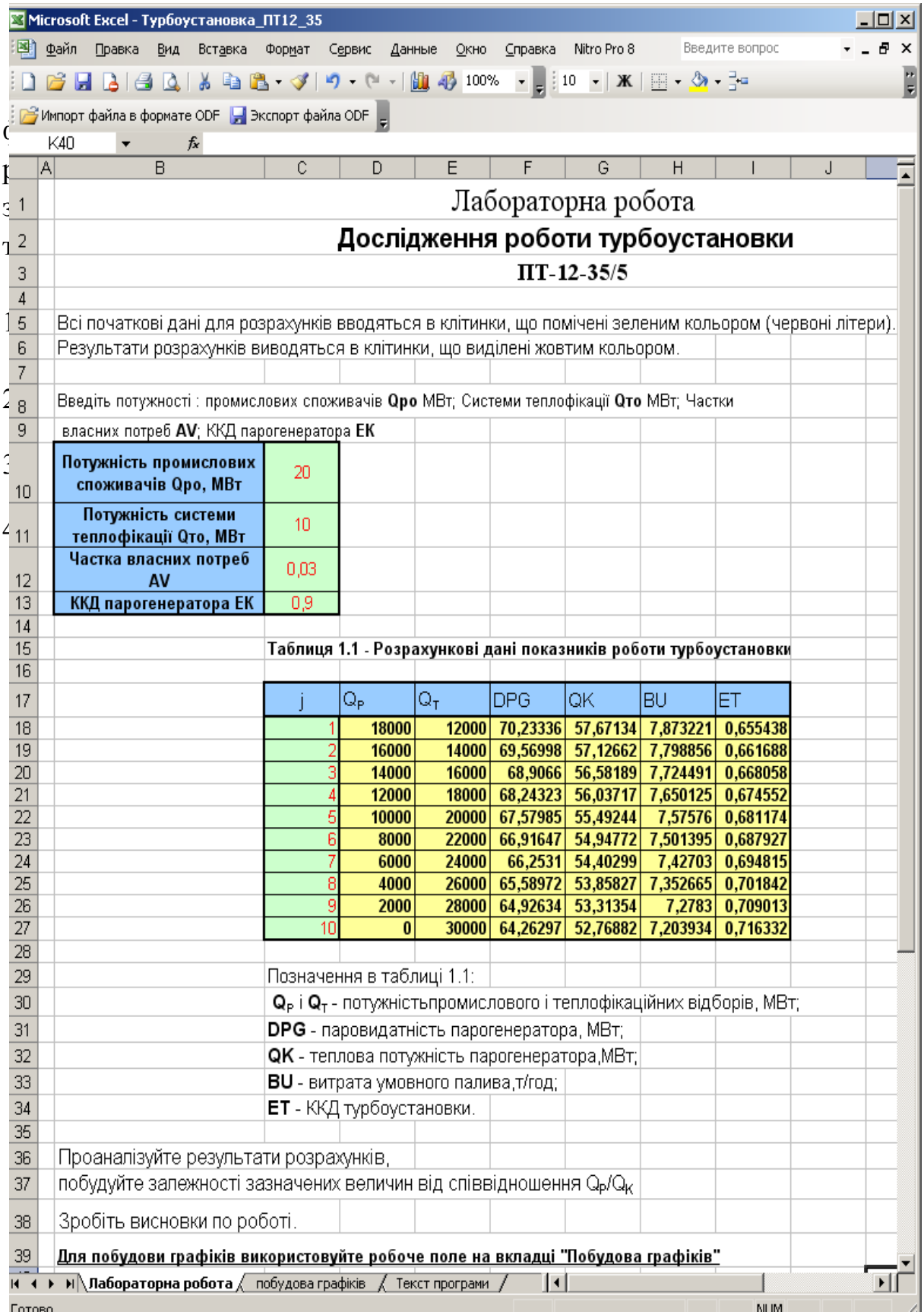


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд робочого вікна програми

Лабораторна робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА ПРИ ЗМІННИХ РЕЖИМНИХ ТА СХЕМНИХ ПАРАМЕТРАХ

Мета роботи: дослідити зміну основних техніко-економічних показників роботи системи водопостачання промислового підприємства при зміні навантажень, схемних та режимних параметрів.

Порядок виконання та звітування

Узагальнена схема системи водопостачання промислового підприємства показана на рис. 5.1. При складанні конкретної схеми залежно від початкових даних студент відкидає зайві елементи обладнання та трубопроводи.

Завдання реалізується на ПЕОМ за допомогою оригінальної програми. Загальний вигляд робочого вікна програми наведено на рис 5.2.

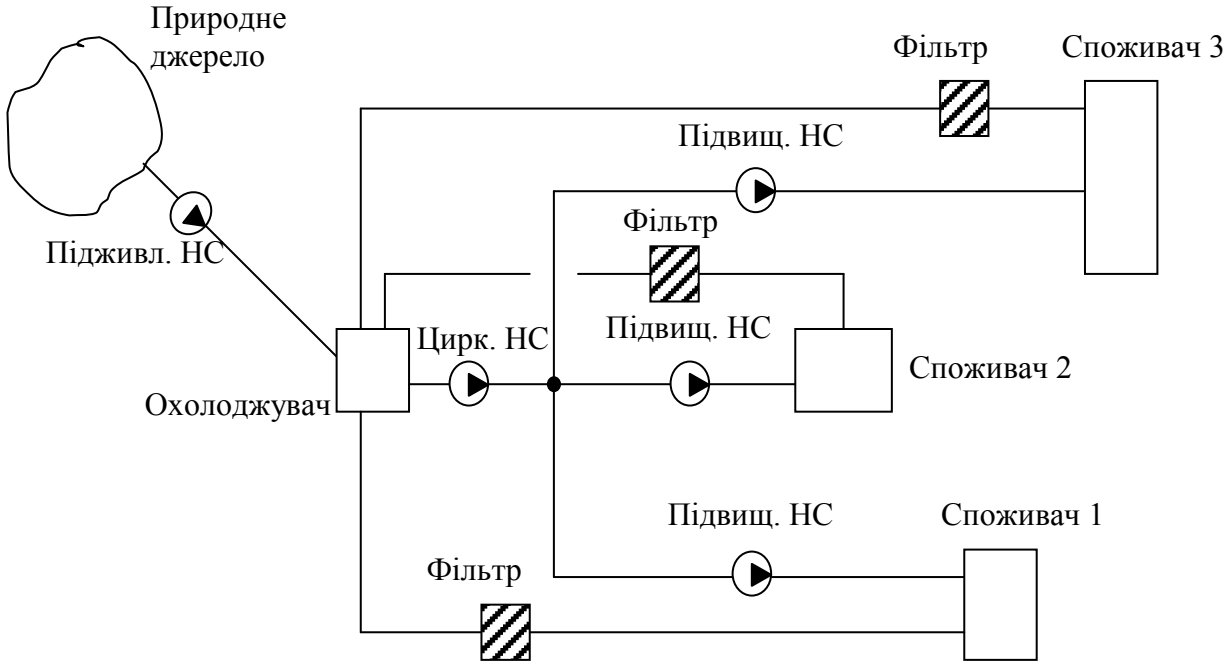


Рисунок 5.1 – Узагальнена схема оборотної системи водопостачання промислового підприємства

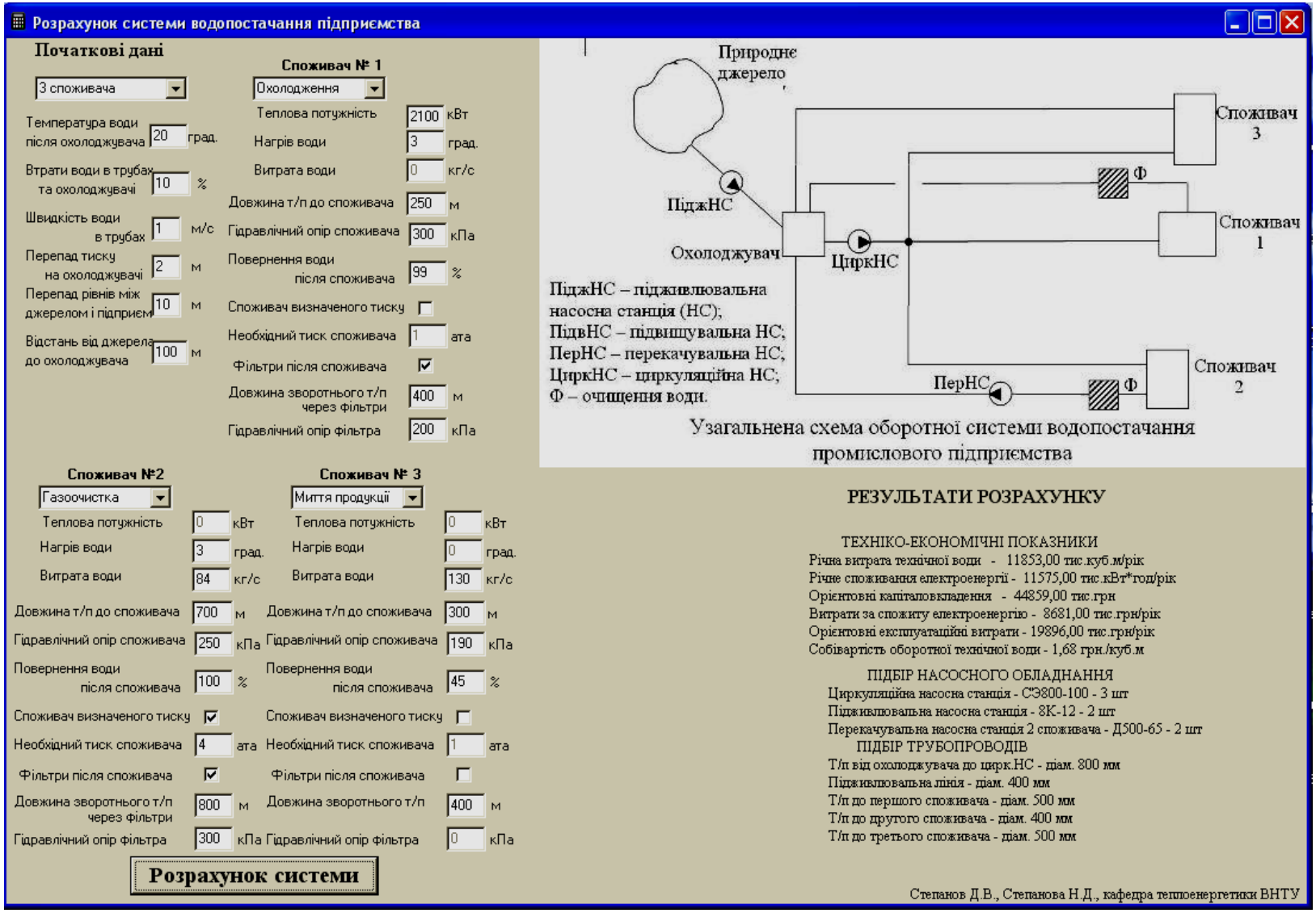


Рисунок 5.2 – Загальний вигляд робочого вікна програми

Під час домашньої підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити питання побудови та розрахунку гідравлічної схеми системи водопостачання і відповісти на контрольні запитання.

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом необхідно виписати початкові дані.

Початковими даними до розрахунку є : кількість споживачів технічної води; вид кожного споживача (охолодження агрегатів, газоочищення, випаровувальне охолодження, миття продукції); характеристики кожного споживача залежно від його виду (витрата технічної води, теплова потужність, нагрів технічної води); гідравлічний опір кожного споживача та фільтра для води після споживача (за необхідності); довжина подавального та зворотного трубопроводу для кожного споживача; необхідний тиск технічної води для кожного споживача (за наявності таких вимог); частка повернення технічної води після кожного споживача; втрати технічної води в трубопроводах та охолоджувачі; прийнята швидкість води в трубах (w); перепад тиску (ΔH_{ox}) на охолоджувачі (сюди враховується підйом води та розбризкування через сопла); відстань ($L_{пд}$) та перепад рівнів ($\Delta H_{пд}$) між природним джерелом та охолоджувачем;

За результатами розрахунків потрібно побудувати залежності зміни собівартості технічної води (С) при зміні вищенаведених початкових даних. Аналіз отриманих результатів і графіки необхідно занести у звіт.

Початкові дані для дослідження

Варіант 1

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 2 МВт; Δt= 7 °С; $L_{1\ пр} = L_{1\ зв}$ = 200 м; $\Delta P_{сп1}$ = 40 кПа; повернення води 100 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,1 МВт; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 100 кПа; повернення води 10 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 6 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{СП3}$ = 20 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 600 м; $L_{3\ зв}$ = 900 м; $\Delta P_{сп3}$ = 200 кПа; повернення води 30 %; опір фільтра 400 кПа.

Дослідити: С = f (ΔH_{ox}), ΔH_{ox} = 3,5…6 м (h = 0,5); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 25…50 кПа (h = 5); С = f ($P_{сп2}$), $P_{сп2}$ = 2,5…5,5 ата (h = 0,5).

Варіант 2

1 споживач –охолодження; $Q_{сп1}$= 0,8 МВт; Δt = 3 °С; $L_{1\ пр}$ = 300 м; $L_{1\ зв}$ = = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 60 кПа; повернення води 90 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,3 МВт; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ =600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 200 кПа; повернення води 30 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 9 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{сп3}$ = 40 кг/с; Δt_3 =8 °С; $L_{3\ пр}$ = 600 м; $L_{3\ зв}$ = = 1 км; $\Delta P_{сп3}$ = 400 кПа; повернення води 80 %; опір фільтра 500 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 80…160 м (h = 20); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = 0,4…1,4 МВт (h = 0,2); С = f (Δt_3), Δt_3 = 6,0…8,5 °С (h = 0,5).

Варіант 3

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = 200 м; $L_{1\ зв}$ = = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 200 кПа; повернення води 90 %; опір фільтра 400 кПа;

2 споживач– газоочищення; $G_{сп2}$ = 52 кг/с; Δt = 3 °С; $L_{2\ пр}$ = 300 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 600 кПа; повернення води 40 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4 ата; опір фільтра 300 кПа;

3 споживач– миття продукції; $G_{СП3}$ = 120 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 400 м; $L_{3\ зв}$ = 600 м; $\Delta P_{сп3}$ = 100 кПа; повернення води 10 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{пд}$), $\Delta H_{пд}$ = 6…10 м (h = 1); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 40…60 кг/с (h = 5); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 100…180 кПа (h = 20);

Варіант 4

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,6 МВт; Δt_1 = 6 °С; $L_{1\ пр}$ = 200 м; $L_{1\ зв}$ = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 200 кПа; повернення води 90 %; опір фільтра 400 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 2 кг/с; Δt = 3 °С; $L_{2\ пр}$ = 300 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 200 кПа; повернення води 70 %; тиск споживач $P_{сп2}$ = = 6 ата; опір фільтра 300 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{СП3}$ = 10 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 400 м; $L_{3\ зв}$ = 800 м; $\Delta P_{сп3}$ = 100 кПа; повернення води 40 %.

Дослідити: С = f(w), w = 0,8…1,2 м (h = 0,1); С = f(Δt_1), Δt_1 = 4…6 °С (h = 0,5); С = f ($G_{СП3}$), $G_{СП3}$ = 5…25 кг/с (h=5).

Варіант 5

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1 МВт; Δt = 7 °С; $L_{1\ пр}$=200 м; $L_{1\ зв}$= = 200 м; $\Delta P_{сп1}$=40 кПа; повернення води 100 %

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,3 МВт; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 100 кПа; повернення води 10 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 6 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{СП3}$ = 80 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 600м; $L_{3\ зв}$ = 900 м; $\Delta P_{сп3}$ = 200 кПа; повернення води 30 %; опір фільтра 400 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 90…170 м (h = 20); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = = 0,4…1,4 МВт (h = 0,2); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 160…240 кПа (h = 20).

Варіант 6

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 3 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = 200 м; $L_{1\ зв}$ = = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 200 кПа; повернення води 90 %; опір фільтра 400 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 102 кг/с; Δt = 3 °С; $L_{2\ пр}$ = 300 м; $L_{2\ зв}$ = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 600 кПа; повернення води 40 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4 ата; опір фільтра 300 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 150 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 400м; $L_{3\ зв}$ = 600 м; $\Delta P_{сп3}$ = 100 кПа; повернення води 10 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 4,8…6 м (h = 0,2); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 0,1…0,3 МПа (h = 0,05); С = f ($P_{сп2}$), $P_{сп2}$ = 2,5…5,5 ата (h = 0,5).

Варіант 7

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,6 МВт; Δt = 3 °С; $L_{1\ пр}$ = 300м; $L_{1\ зв}$ = 400м; $\Delta P_{сп1}$ = 60 кПа; повернення води 90 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,2 МВт; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 200 кПа; повернення води 30 %; тиск споживач $P_{сп2}$ = 9 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{СП3}$=80 кг/с; Δt = 8 °С; $L_{3\ пр}$ = 600 м; $L_{3\ зв}$ = = 1000 м; $\Delta P_{сп3}$ = 400 кПа; повернення води 80 %; опір фільтра 500 кПа.

Дослідити: С = f(w), w = 0,7…1,1 м (h = 0,1); С = f(Δt_1), Δt_1 = 4…6 °С (h = 0,5); С = f ($G_{СП3}$),$G_{сп3}$ = 75…95 кг/с (h = 5).

Варіант 8

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,5 МВт; Δt = 6 °С; $L_{1\ пр}$ = 200 м; $L_{1\ зв}$ = 400м; $\Delta P_{сп1}$ = 200 кПа; повернення води 90 %; опір фільтра 400 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ =115 кг/с; Δt = 3 °С; $L_{2\ пр}$ = 300 м; $L_{2\ зв}$ = = 600м; $\Delta P_{сп2}$ = 200 кПа; повернення води 70 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 6 ата; опір фільтра 300 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 110 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 400 м; $L_{3\ зв}$ = = 800 м; $\Delta P_{сп3}$ = 100 кПа; повернення води 40 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{пд}$), $\Delta H_{пд}$ = 7…11 м (h = 1); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 90…130 кг/с (h = 10); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 90…170 кПа (h = 20).

Варіант 9

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,2 МВт; Δt = 7 °С; $L_{1\ пр}$ = $L_{1\ зв}$ = = 300 м; $\Delta P_{сп1}$ = 50 кПа; повернення води 95 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,25 МВт; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2зв}$ = 700 м; $\Delta P_{сп2}$ = 130 кПа; повернення води 25 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 5 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 60 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 700 м; $L_{3\ зв}$ = 800 м; $\Delta P_{сп3}$ = 150 кПа; повернення води 35 %; опір фільтра 350 кПа.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 3,5…6 м (h = 0,5); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 30…55 кПа (h = 5); С = f ($P_{сп2}$), $P_{сп2}$ = 2,5…5,5 ата (h = 0,5).

Варіант 10

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,8 МВт; Δt = 3,5 °С; $L_{1\ пр}$ = 400 м; $L_{1\ зв}$ = 450м; $\Delta P_{сп1}$ = 40 кПа; повернення води 95 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,4 МВт; $L_{2\ пр}$ = 450 м; $L_{2\ зв}$ = = 700 м; $\Delta P_{сп2}$ = 250 кПа; повернення води 40 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 7 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{сп3}$ = 32 кг/с; Δt_3 = 7 °С; $L_{3\ пр}$ = 900 м; $L_{3\ зв}$ = = 1,1 км; $\Delta P_{сп3}$ = 380 кПа; повернення води 85 %; опір фільтра 240 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 70…150 м (h = 20); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = = 1,4…2,2 МВт (h = 0,2); С = f (Δt_3), Δt_3 = 6,0…8,5 °С (h = 0,5).

Варіант 11

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,2 МВт; Δt = 3 °С; $L_{1\ пр}$ = 350м; $L_{1\ зв}$ = 600м; $\Delta P_{сп1}$ = 250 кПа; повернення води 88 %; опір фільтра 330 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 26 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2\ зв}$ = = 750м; $\Delta P_{сп2}$ = 450 кПа; повернення води 48 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 3,5 ата; опір фільтра 350 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{СП3}$ = 80 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 450 м; $L_{3\ зв}$ = 700 м; $\Delta P_{сп3}$ = 180 кПа; повернення води 15 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{пд}$), $\Delta H_{пд}$ = 6…10 м (h = 1); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 20…40 кг/с (h = 5); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 140…220 кПа (h = 20).

Варіант 12

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,4 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = $L_{1\ зв}$ = 450 м; $\Delta P_{сп1}$ = 180 кПа; повернення води 85 %; опір фільтра 320 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 5 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 700м; $L_{2\ зв}$ = = 900 м; $\Delta P_{сп2}$ = 240 кПа; повернення води 75 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4,5 ата; опір фільтра 270 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 20 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 500 м; $L_{3\ зв}$ = 750 м; $\Delta P_{сп3}$ = 120 кПа; повернення води 45 %.

Дослідити: С = f (w), w = 0,8…1,2 м (h = 0,1); С = f (Δt_1), Δt_1 = 3…5 °С (h = 0,5); С = f ($G_{СП3}$), $G_{сп3}$ = 15…35 кг/с (h = 5).

Варіант 13

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,3 МВт; Δt = 5 °С; $L_{1\ пр}$ = 300 м; $L_{1\ зв}$ = = 350 м; $\Delta P_{сп1}$ = 70 кПа; повернення води 100 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,4 МВт; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2\ зв}$ = = 700 м; $\Delta P_{сп2}$ = 190 кПа; повернення води 25 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 8 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 50 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 400 м; $L_{3\ зв}$ = 700 м; $\Delta P_{сп3}$ = 220 кПа; повернення води 35 %; опір фільтра 240 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 120…200 м (h = 20); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = = 1,0…1,8 МВт (h = 0,2); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 200…280 кПа (h = 20).

Варіант 14

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 2,5 МВт; Δt = 5 °С; $L_{1\ пр}$ = 250 м; $L_{1\ зв}$ = = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 300 кПа; повернення води 92 %; опір фільтра 270 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 98 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$=450 кПа; повернення води 28 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 3 ата; опір фільтра 320 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 100 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 500 м; $L_{3\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп3}$ = 140 кПа; повернення води 15 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 5,8…7 м (h = 0,2); С = f ($\Delta P_{сп2}$), $\Delta P_{сп2}$ = = 0,3…0,5 МПа (h = 0,05); С = f ($P_{сп2}$), Рсп2 = 1,5…3,5 ата (h = 0,5).

Варіант 15

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 2,5 МВт; Δt = 5 °С; $L_{1\ пр} = L_{1\ зв}$ = 500 м; $\Delta P_{сп1}$ = 190 кПа; повернення води 98 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,2 МВт; $L_{2\ пр}$ = 600 м; $L_{2\ зв}$ = = 700 м; $\Delta P_{сп2}$ = 200 кПа; повернення води 15 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 5 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 28 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 800 м; $L_{3\ зв}$ = 950 м; $\Delta P_{сп3}$ = 280 кПа; повернення води 30%; опір фільтра 400 кПа.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 3,0…5,5 м (h = 0,5); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 150…350 кПа (h = 50); С = f ($P_{сп2}$), $P_{сп2}$ = 3,5…6,5 ата (h = 0,5).

Варіант 16

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,7 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = 400 м; $L_{1\ зв}$ = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 70 кПа; повернення води 92 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$= 0,7 МВт; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2\ зв}$ = = 600 м; $\Delta P_{сп2}$=120 кПа; повернення води 20%; тиск споживача $P_{сп2}$ = 8 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{сп3}$=85 кг/с; Δt_3 = 6 °С; $L_{3\ пр}$ = 700 м; $L_{3\ зв}$ = 1,1 км; $\Delta P_{сп3}$ = 340 кПа; повернення води 84 %; опір фільтра 350 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 100…300 м (h = 50); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = = 0,6…2,6 МВт (h = 0,5); С = f (Δt_3), Δt_3 = 5,0…7,5 °С (h = 0,5).

Варіант 17

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 2,2 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = 700 м; $L_{1\ зв}$= 700 м; $\Delta P_{сп1}$ = 120 кПа; повернення води 96 %; опір фільтра 290 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 12 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 200 м; $L_{2\ зв}$ = 400 м; $\Delta P_{сп2}$ = 400 кПа; повернення води 70 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4,5 ата; опір фільтра 360 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 60 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 500м; $L_{3\ зв}$ = 650 м; $\Delta P_{сп3}$ = 120 кПа; повернення води 15 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{пд}$), $\Delta H_{пд}$ = 8…12 м (h = 1); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 10…50 кг/с (h = 10); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 100…300 кПа (h = 50).

Варіант 18

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,4 МВт; Δt_1 = 5 °С; $L_{1\ пр}$ = 300 м; $L_{1\ зв}$ = 450 м; $\Delta P_{сп1}$ = 210 кПа; повернення води 93 %; опір фільтра 180 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 2,9 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = 550 м; $\Delta P_{сп2}$ = 220 кПа; повернення води 80 %; тиск споживач $P_{сп2}$ = = 5 ата; опір фільтра 280 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ =25 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 500 м; $L_{3\ зв}$ = 750 м; $\Delta P_{сп3}$ = 150 кПа; повернення води 35 %.

Дослідити: С = f (w), w = 0,75…1,75 м (h = 0,25); С = f (Δt_1), Δt_1 = = 3…7 °С (h = 1); С = f ($G_{СП3}$), $G_{СП3}$ = 20…60 кг/с (h = 10).

Варіант 19

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,8 МВт; Δt = 6 °С; $L_{1\ пр}$ = 300 м; $L_{1\ зв}$= 350 м; $\Delta P_{сп1}$ = 140 кПа; повернення води 97 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,35 МВт; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2\ зв}$= = 550 м; $\Delta P_{сп2}$ = 190 кПа; повернення води 20 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 5,5 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 50 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 700 м; $L_{3\ зв}$ = 800 м; $\Delta P_{сп3}$ = 240 кПа; повернення води 25 %; опір фільтра 320 кПа.

Дослідити: С = f ($L_{пд}$), $L_{пд}$ = 50…250 м (h = 50); С = f ($Q_{сп2}$), $Q_{сп2}$ = = 0,2…1,0 МВт (h = 0,2); С = f ($L_{3\ зв}$), $L_{3\ зв}$ = 500…1300 м (h = 200).

Варіант 20

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$= 3,2 МВт; Δt = 5 °С; $L_{1\ пр}$ = 400 м; $L_{1\ зв}$ = 450 м; $\Delta P_{сп1}$ = 240 кПа; повернення води 91 %; опір фільтра 230 кПа;

2 споживач – газоочищення.; $G_{сп2}$ = 94 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = 550м; $\Delta P_{сп2}$ = 400 кПа; повернення води (ПВ) 30 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 3,5 ата; опір фільтра 320 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{СП3}$ = 110 кг/с; $L_{3\ пр}$= 450 м; $L_{3\ зв}$= = 600 м; $\Delta P_{сп3}$ = 130 кПа; повернення води 15 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 4,5…6,5 м (h = 0,5); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 0,2…0,5 МПа (h = 0,075); С = f (ПВ), ПВ = 20…45 % (h = 5).

Варіант 21

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,75 МВт; Δt = 2,5 °С; $L_{1\ пр}$ = 600 м; $L_{1\ зв}$ = 700 м; $\Delta P_{сп1}$ = 100 кПа; повернення води (ПВ) 95 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,45 МВт; $L_{2\ пр}$ = 500 м; $L_{2\ зв}$ = 650м; $\Delta P_{сп2}$ = 240 кПа; повернення води 30 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 9 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{сп3}$ = 90 кг/с; Δt = 7 °С; $L_{3\ пр}$ = 900 м; $L_{3\ зв}$ = = 1100 м; $\Delta P_{сп3}$= 350 кПа; повернення води 82 %; опір фільтра 230 кПа.

Дослідити: С = f (ПВ), ПВ = 88…96 % (h = 2); С = f ($Q_{сп2}$), $Q_{сп2}$ = = 0,35…0,75 МВт (h = 0,1); С = f ($G_{сп3}$),$G_{сп3}$ = 80…120 кг/с (h = 10).

Варіант 22

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 0,25 МВт; Δt = 5 °С; $L_{1\ пр}$ = 250 м; $L_{1\ зв}$ = 300 м; $\Delta P_{сп1}$ = 210 кПа; повернення води 94 %; опір фільтра (ОФ) 270 кПа;

2 споживач – газоочищення; $G_{сп2}$ = 105 кг/с; Δt = 3,5 °С; $L_{2\ пр}$ = 400 м; $L_{2\ зв}$ = 500 м; $\Delta P_{сп2}$ = 170 кПа; повернення води 65 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4 ата; опір фільтра 320 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 60 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 600 м; $L_{3\ зв}$ = 750 м; $\Delta P_{сп3}$ = 130 кПа; повернення води 45 %.

Дослідити: С = f (ОФ), ОФ = 200…400 кПа (h = 50); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 60…140 кг/с (h = 20); С = f ($\Delta P_{сп3}$), $\Delta P_{сп3}$ = 50…250 кПа (h = 50).

Варіант 23

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,5 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = $L_{1\ зв}$ = = 400 м; $\Delta P_{сп1}$ = 160 кПа; повернення води 93 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,52 МВт; $L_{2\ пр}$ = 600 м; $L_{2\ зв}$ = = 700 м; $\Delta P_{сп2}$ = 230 кПа; повернення води 32 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 3 ата;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 75 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 300 м; $L_{3\ зв}$ = 400 м; $\Delta P_{сп3}$ = 250 кПа; повернення води 25 %; опір фільтра (ОФ) 330 кПа.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{ох}$), $\Delta H_{ох}$ = 3,5…6 м (h = 0,5); С = f ($\Delta P_{сп1}$), $\Delta P_{сп1}$ = = 30…55 кПа (h = 5); С = f (ОФ), ОФ = 200…400 кПа (h = 50).

Варіант 24

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$= 1,9 МВт; Δt = 3 °С; $L_{1\ пр}$ = 500 м; $L_{1\ зв}$ = 650 м; $\Delta P_{сп1}$ = 110 кПа; повернення води 94 %;

2 споживач – випарне охолодження; $Q_{сп2}$ = 0,5 МВт; $L_{2\ пр}$ = 450 м; $L_{2\ зв}$ = 600 м; $\Delta P_{сп2}$ = 220 кПа; повернення води (ПВ) 30 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = 6 ата;

3 споживач – газоочищення; $G_{сп3}$ = 32 кг/с; Δt_3 = 5 °С; $L_{3\ пр}$ = 900 м; $L_{3\ зв}$ = 1,1 км; $\Delta P_{сп3}$ = 380 кПа; повернення води 85 %; опір фільтра 240 кПа.

Дослідити: С = f (ПВ), ПВ = 15…35 % (h = 5); С = f ($Q_{сп1}$), $Q_{сп1}$ = = 1,0…3,0 МВт (h = 0,5); С = f (Δt_3), Δt_3 = 4,0…6,5 °С (h = 0,5).

Варіант 25

1 споживач – охолодження; $Q_{сп1}$ = 1,3 МВт; Δt = 4 °С; $L_{1\ пр}$ = 450 м; $L_{1\ зв}$= 500 м; $\Delta P_{сп1}$ = 180 кПа; повернення води 86 %; опір фільтра 300 кПа;

2 споживач– газоочищення; $G_{сп2}$ = 65 кг/с; Δt = 4 °С; $L_{2\ пр}$ = 600 м; $L_{2\ зв}$ = 750 м; $\Delta P_{сп2}$ = 350 кПа; повернення води 43 %; тиск споживача $P_{сп2}$ = = 4,5 ата; опір фільтра 260 кПа;

3 споживач – миття продукції; $G_{сп3}$ = 75 кг/с; $L_{3\ пр}$ = 600 м; $L_{3\ зв}$ = = 700 м; $\Delta P_{сп3}$ = 280 кПа; повернення води (ПВ) 20 %.

Дослідити: С = f ($\Delta H_{пд}$), $\Delta H_{пд}$ = 7…11 м (h = 1); С = f ($G_{сп2}$), $G_{сп2}$ = = 40…80 кг/с (h = 10); С=f(ПВ), ПВ = 15…55 % (h=10).

Контрольні запитання

1. Наведіть класифікацію технічних вод за призначенням.
2. Поясніть принципи створення безстічних систем водопостачання.
3. Поясніть напрямки використання технічної води на ТЕЦ та ТЕС.
4. Наведіть класифікацію пристроїв водяного охолодження оборотної води.
5. Поясніть напрямки використання технічної води на промислових підприємствах.
6. Визначення та функції систем виробничого водопостачання.
7. Поясніть особливості вибору системи охолодження води для оборотних систем водопостачання.

Лабораторна робота № 6

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Мета роботи – провести конструктивний або перевірний розрахунок системи газопостачання промислового підприємства.

Порядок виконання та звітування

Завдання реалізується на ПЕОМ за допомогою оригінальної програми. Загальний вигляд робочого вікна програми наведено на рис 6.1. Під час домашньої підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити питання побудови та розрахунку гідравлічної схеми системи газопостачання і відповісти на контрольні запитання.

Узагальнена схема розташування споживачів газу наведена на рис. 6.2. При складанні конкретної схеми в залежності від початкових даних студент відкидає зайві елементи обладнання та трубопроводи.

Для проведення лабораторної роботи за зазначеним викладачем варіантом випишіть початкові дані.

Початковими даними до розрахунку є : тип розрахунку; матеріал трубопроводів; кількість споживачів газу; вид кожного споживача (котельня, газова піч, цех; інший споживач); характеристики кожного споживача в залежності від його виду (витрата газу, теплова потужність) ; тиск газу в обв'язувальному трубопроводі споживача; довжина ділянок до кожного споживача та між вузловими точками; допустимі втрати тиску в системі.

Ввести початкові дані відповідно до виданого варіанта у розрахункову програму, загальний вигляд робочого вікна програми наведений на рис. 6.1. Якщо за початковими даними виконується перевірний розрахунок системи газопостачання, то у випадку неправильно заданих у умові діаметрів програма висвічує прохання змінити діаметри трубопроводів, що й необхідно виконати. В обох типах розрахунку газопроводів на розрахунковій схемі у звіті з роботи необхідно вказати діаметри трубопроводів, які задовольняють допустимі втрати тиску у системі. Результати розрахунків з підбором обладнання занести у звіт.

За результатами розрахунків проводять аналіз отриманих результатів і заносять його у звіт.

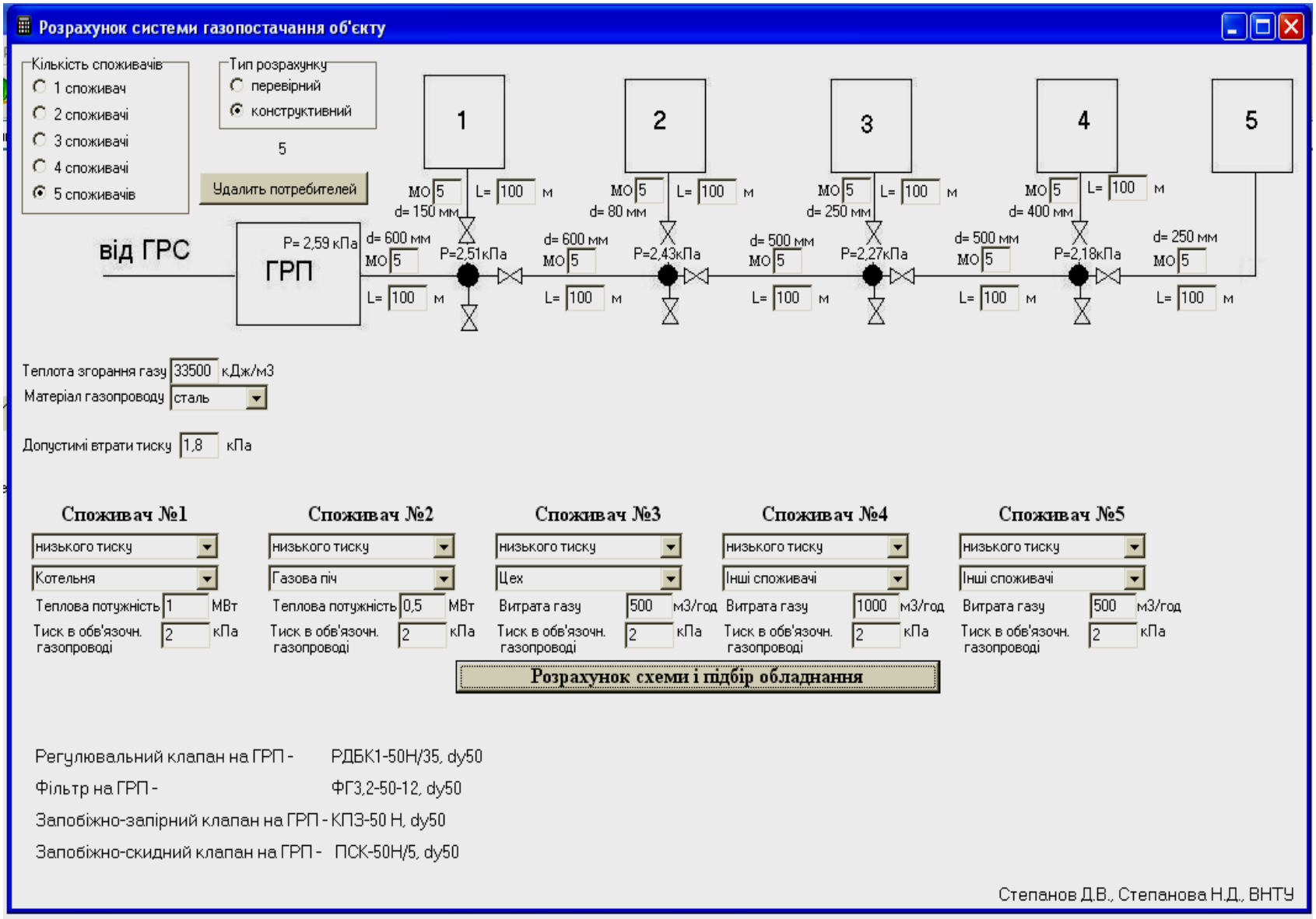


Рисунок 6.1 – Загальний вигляд робочого вікна програми

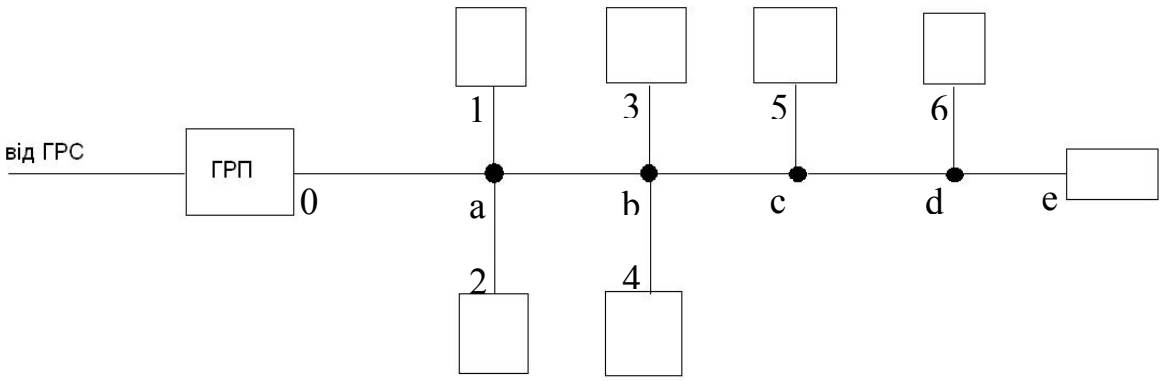


Рисунок 6.2 – Узагальнена схема системи газопостачання об'єкта:
a, b, c, d – вузлові точки, 1, 2, 3, 4, 5, 6 – споживачі газу

Початкові дані для виконання лабораторної роботи

Варіант 1

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 40 м; $L_{a\text{-}b}$ = 60 м; $L_{b\text{-}c}$= 70 м; $(МО)_{0\text{-}a}$= 5; $(МО)_{a\text{-}b}$=5; $(МО)_{b\text{-}c}$=5;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 0,5 МВт; $P_{ог}$ =3 кПа; $L_{a\text{-}1}$=70 м; $(МО)_{a\text{-}1}$= = 12;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,7 МВт; $L_{b\text{-}2}$= 120 м; $P_{ог}$ =3 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = = 7;

3 споживач – цех; $B_р$ = 500 м^3/год; $P_{ог}$ = 3 кПа; $L_{c\text{-}3}$ = 50 м; $(МО)_{c\text{-}3}$ = 5.

Варіант 2

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$= 50 м; $L_{a\text{-}b}$ = 120 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 9; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8.

Діаметри ділянок: $d_{0\text{-}a}$ =$d_{a\text{-}b}$= 80 мм; $d_{a\text{-}1}$= $d_{a\text{-}2}$= 25 мм; $d_{b\text{-}3}$ = 65 мм.

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 0,2 МВт; $P_{ог}$ = 2,3 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 15 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,3 МВт; $L_{a\text{-}2}$= 10 м; $P_{ог}$ = 2,3 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 0,7 МВт; $P_{ог}$ = 2,3 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 30 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = = 5.

Варіант 3

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 100 м; $L_{a\text{-}b}$ = 100 м; $L_{b\text{-}c}$ = 50 м; $(МО)_{0\text{-}a}$= 5; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 5; $(МО)_{b\text{-}c}$ = 7;

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 0,8 МВт; $P_{ог}$ = 2 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 30 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач – котельня; $Q_{сп2}$ = 0,4 МВт; $L_{b\text{-}2}$ = 70 м; $P_{ог}$ = 2 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$= = 10;

3 споживач – інший споживач; $B_р$ = 800 м^3/год; $P_{ог}$ = 2 кПа ; $L_{c\text{-}3}$ = 90 м; $(МО)_{c\text{-}3}$ = 12.

Варіант 4

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = = 20 м; $L_{a\text{-}b} = L_{b\text{-}c}$ = 70 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 10; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8; $(МО)_{b\text{-}c}$ = 5;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$ = 50 мм; $d_{0\text{-}a} = d_{a\text{-}b}$ = 175 мм; $d_{b\text{-}2} = d_{b\text{-}c} = d_{c\text{-}3}$ = = 100 мм;

1 споживач – цех; $B_{р1}$ = 100 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 20 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 7;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 500 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 10 м; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = 9;

3 споживач – інший споживач; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $B_{р3}$ = 250 м^3/год; $L_{c\text{-}3}$ = = 40 м; $(МО)_{c\text{-}3}$ = 5.

Варіант 5

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 9 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 100 м; $L_{a\text{-}b}$ = 100 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 5; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 7;

1 споживач – цех; $B_р$ = 1500 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 50 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 10;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 2 МВт; $L_{a\text{-}2}$ = 100 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 4;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 1,5 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа ; $L_{b\text{-}3}$ = 80 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 6.

Варіант 6

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 30 м; $L_{a\text{-}b}$ = 40 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 8; $(МО)_{a\text{-}b}$=7;

Діаметри ділянок: $d_{0\text{-}a}$ = 200 мм; $d_{a\text{-}b} = d_{a\text{-}1}$ = 200 мм; $d_{b\text{-}2} = d_{b\text{-}3}$ = 80 мм;

1 споживач – цех; $B_{р1}$ = 1300 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 7; $L_{a\text{-}1}$ = 25 м;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 900 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$= 25 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 1,25 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 25 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 7.

Варіант 7

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 80 м; $L_{a\text{-}b}$ = 80 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 7; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 5;

1 споживач – інший споживач; $B_р$ = 400 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 80 м; $(МО)_{a\text{-}1}$= 8;

2 споживач – цех; $B_р$ = 1200 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 80 м; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$= 6;

3 споживач – цех; $B_р$ = 1000 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 80 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 9.

Варіант 8

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 10,5 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = = $L_{a\text{-}b}$ = 70 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ =11; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$ = 50 мм; $d_{0\text{-}a} = d_{a\text{-}2}$ = 250 мм; $d_{a\text{-}b} = d_{b\text{-}3}$ = 40 мм;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 1,15 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 20 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 1700 м^3/год; $L_{a\text{-}2}$ = 30 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = 8;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 0,95 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 40 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 8.

Варіант 9

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$= = $L_{a\text{-}b}$ = 70 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = $(MO)_{a\text{-}b}$ = 7;

1 споживач – інший споживач; $B_{р1}$ = 500 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 120 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач – котельня; $Q_{сп2}$ = 0,2 МВт; $L_{a\text{-}2}$ = 80 м; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $(MO)_{a\text{-}2}$ = 8;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 0,4 МВт; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 30 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 7.

Варіант 10

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$= $L_{a\text{-}b}$ = 50 м; $L_{b\text{-}c}$ = 100 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = $(MO)_{b\text{-}c}$ = 5; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 7;

Діаметри ділянок: $d_{0\text{-}a}$ = 200 мм; $d_{a\text{-}b}$ = $d_{b\text{-}c}$ = 150 мм; $d_{a\text{-}1}$= 32 мм; $d_{b\text{-}2}$= = 50 мм; $d_{c\text{-}3}$ = 125 мм;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 0,5 МВт; $P_{ог}$ = 3 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 20 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 12;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,7 МВт; $L_{b\text{-}2}$= 80 м; $P_{ог}$ =3 кПа ; $(MO)_{b\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – цех; $B_р$ = 500 м^3/год ; $P_{ог}$ = 3 кПа; $L_{c\text{-}3}$ = 30 м; $(MO)_{c\text{-}3}$ = 5.

Варіант 11

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 11 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = = $L_{a\text{-}b}$ = $L_{b\text{-}c}$ = 50 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 8; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 7; $(MO)_{b\text{-}c}$ = 6;

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 1,8 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 30 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 10;

2 споживач – котельня; $Q_{сп2}$ = 1,4 МВт; $L_{b\text{-}2}$ = 70 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(MO)_{b\text{-}2}$ = 12;

3 споживач – інший споживач; $B_{р3}$= 2000 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{c\text{-}3}$ = = 90 м; $(MO)_{c\text{-}3}$ = 6.

Варіант 12

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = $L_{a\text{-}b}$ = = 100 м; $L_{b\text{-}c}$ = 50 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = $(MO)_{b\text{-}c}$ = 7; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 5;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$ = 40 мм; $d_{0\text{-}a}$ = $d_{a\text{-}b}$ = 200 мм; $d_{b\text{-}2}$ = 50 мм; $d_{b\text{-}c}$ = = $d_{c\text{-}3}$ = 150 мм;

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 0,8 МВт; $P_{ог}$ = 2 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 30 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач –котельня; $Q_{сп2}$ = 0,4 МВт; $P_{ог}$ = 2 кПа; $L_{b\text{-}2}$= 70 м; $(MO)_{b\text{-}2}$ = 10;

3 споживач – інший споживач; $B_р$ = 800 м^3/год; $P_{ог}$ = 2 кПа; $L_{c\text{-}3}$ = 90 м; $(MO)_{c\text{-}3}$ = 12.

Варіант 13

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$= = $L_{a\text{-}b}$ = 80 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 9; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 8;

1 споживач – цех; B_{p1} = 300 м^3/год ; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 40 м; $(MO)_{a\text{-}1}$= 8;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,5 МВт; $L_{b\text{-}2}$ = 20 м; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $(MO)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 0,3 МВт; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 60 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 9.

Варіант 14

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 10 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 100 м; $L_{a\text{-}b}$ = 100 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 5; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 7;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}2}$ = 50 мм; $d_{0\text{-}a}$ = $d_{a\text{-}1}$ = 125 мм; $d_{a\text{-}b}$ = $d_{b\text{-}3}$ = 65 мм;

1 споживач – цех; B_p = 1500 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 50 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 10;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 2 МВт; $L_{a\text{-}2}$ = 100 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(MO)_{a\text{-}2}$ = 4;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 1,5 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 80 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 6.

Варіант 15

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 12 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = $L_{a\text{-}b}$ = 90 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 10; $(MO)_{a\text{-}b}$=6;

1 споживач – котельня $Q_{сп1}$ = 1,3 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$=50 м; $(MO)_{a\text{-}1}$= 6;

2 споживач – цех; B_{p2} = 2500 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$= 40 м; $P_{ог}$ =30 кПа ; $(MO)_{b\text{-}2}$= =7;

3 споживач – цех; B_{p3} = 1500 м^3/год ; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$=30 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 8.

Варіант 16

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа ; $L_{0\text{-}a}$= = $L_{a\text{-}b}$= 80 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 7; $(MO)_{a\text{-}b}$=5;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$ = 80 мм; $d_{0\text{-}a}$ = 300 мм; $d_{a\text{-}2}$ = 150 мм; $d_{a\text{-}b}$= $d_{b\text{-}3}$ = = 175 мм;

1 споживач – інший споживач; B_p = 400 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 80 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – цех; B_p = 1200 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 80 м; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $(MO)_{b\text{-}2}$ = 6;

3 споживач – цех; B_p = 1000 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,5 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 80 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 9.

Варіант 17

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ =1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = =50 м; $L_{a\text{-}b}$ = 120 м; $(MO)_{0\text{-}a}$ = 9; $(MO)_{a\text{-}b}$ = 8;

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 0,2 МВт; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{a\text{-}1}$=15 м; $(MO)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,3 МВт; $L_{a\text{-}2}$ = 10 м; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $(MO)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 0,7 МВт; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 30 м; $(MO)_{b\text{-}3}$ = 5.

Варіант 18

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a} = L_{a\text{-}b}$ = = 70 м; $(МО)_{0\text{-}a} = (МО)_{a\text{-}b}$ = 7;

Діаметри ділянок: $d_{0\text{-}a}$ = 100 мм; $d_{a\text{-}b}$ = 50 мм; $d_{a\text{-}1}$ = 100 мм; $d_{a\text{-}2}$ = 32 мм; $d_{b\text{-}3}$ = 40 мм;

1 споживач – інший споживач; $B_р$ = 500 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = = 120 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач – котельня; $Q_{сп2}$ = 0,2 МВт; $L_{a\text{-}2}$ = 80 м; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 8;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 0,4 МВт; $P_{ог}$ = 2,7 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 30 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 7.

Варіант 19

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = 20 м; $L_{a\text{-}b} = L_{b\text{-}c}$ = 70 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 10; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8; $(МО)_{b\text{-}c}$ = 5;

1 споживач – цех; $B_{р1}$ = 100 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 20 м; $(МО)_{a\text{-}1}$= 7;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 500 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 10 м; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = 9;

3 споживач – інший споживач; $B_{р3}$ = 250 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,6 кПа; $L_{c\text{-}3}$ = = 40 м; $(МО)_{c\text{-}3}$ = 5.

Варіант 20

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 11 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = = $L_{a\text{-}b} = L_{b\text{-}c}$ = 50 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 8; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 7; $(МО)_{b\text{-}c}$ = 6;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$= 25 мм; $d_{0\text{-}a} = d_{a\text{-}b} = d_{b\text{-}c} = d_{c\text{-}3}$ = 150 мм; $d_{b\text{-}2}$ = 40 мм;

1 споживач – газова піч; $Q_{сп1}$ = 1,8 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 60 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 10;

2 споживач – котельня; $Q_{сп2}$ = 1,4 МВт; $L_{b\text{-}2}$ = 80 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = 12;

3 споживач – інший споживач; $P_{ог}$ = 30 кПа; $B_{р3}$ = 2000 м^3/год; $L_{c\text{-}3}$ = = 70 м; $(МО)_{c\text{-}3}$ = 6.

Варіант 21

Тип розрахунку – конструктивний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 8 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = = 30 м; $L_{a\text{-}b}$ = 40 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 8; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 7;

1 споживач – цех; $B_{р1}$ =1300 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 7; $L_{a\text{-}1}$ = = 25 м;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 900 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 25 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 1,25 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 25 м; $(МО)_{b\text{-}3}$= 7.

Варіант 22

Тип розрахунку – перевірний; М – сталь; $\Delta P_{доп}$ = 1,8 кПа; $L_{0\text{-}a} = L_{a\text{-}b}$ = = 80 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 9; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8;

Діаметри ділянок: $d_{0\text{-}a} = d_{a\text{-}b} = d_{a\text{-}1}$ = 100 мм; $d_{b\text{-}2} = d_{b\text{-}3}$ = 40 мм;

1 споживач – цех; $B_{р1}$ = 300 м^3/год; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 40 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – газова піч; $Q_{сп2}$ = 0,5 МВт; $L_{b\text{-}2}$ = 20 м; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $(МО)_{a\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – котельня; $Q_{сп3}$ = 0,3 МВт; $P_{ог}$ = 2,8 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 60 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 9.

Варіант 23

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 10,5 кПа; $L_{0\text{-}a} = L_{a\text{-}b}$ = 70 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 11; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 8;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 1,15 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 20 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 8;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 1700 м^3/год; $L_{a\text{-}2}$ = 30 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = =8;

3 споживач – газова піч; $Q_{сп3}$ = 0,95 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$= 40 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 8.

Варіант 24

Тип розрахунку – перевірний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 12 кПа; $L_{0\text{-}a}$= = $L_{a\text{-}b}$= 90 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 10; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 6;

Діаметри ділянок: $d_{a\text{-}1}$ = 50 мм; $d_{0\text{-}a} = d_{a\text{-}b}$ = 200 мм; $d_{b\text{-}2} = d_{b\text{-}3}$ = 125 мм;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 1,3 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$ = 50 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 2500 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 40 м; $P_{ог}$ = 30 кПа ; $(МО)_{b\text{-}2}$ = 7;

3 споживач – цех; $B_{р3}$ = 1500 м^3/год; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{b\text{-}3}$ = 30 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 8.

Варіант 25

Тип розрахунку – конструктивний; М – поліетилен; $\Delta P_{доп}$ = 9,5 кПа; $L_{0\text{-}a}$ = $L_{a\text{-}b}$ = 40 м; $(МО)_{0\text{-}a}$ = 8; $(МО)_{a\text{-}b}$ = 6;

1 споживач – котельня; $Q_{сп1}$ = 1,6 МВт; $P_{ог}$ = 30 кПа; $L_{a\text{-}1}$=40 м; $(МО)_{a\text{-}1}$ = 6;

2 споживач – цех; $B_{р2}$ = 1100 м^3/год; $L_{b\text{-}2}$ = 40 м; $P_{ог}$ = 30 кПа; $(МО)_{b\text{-}2}$ = =6;

3 споживач – інший споживач; $P_{ог}$ = 30 кПа; $B_{р3}$ = 2000 м^3/год; $L_{b\text{-}3}$ = 40 м; $(МО)_{b\text{-}3}$ = 6.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення запобіжно-запірного та запобіжно-скидного клапанів у схемі ГРП промислового підприємства.
2. Поясніть призначення і склад обладнання ГРП.
3. Поясніть причини і наслідки витікання природного газу. Наведіть ймовірні місця витікань та методи їх виявлення.
4. В чому полягає випробування газопроводів на герметичність і міцність?
5. Які Вам відомі різновиди розрахунку газопроводів? Які величини є початковими даними та результатами розрахунків газопроводів?
6. Поясніть відмінності в гідравлічних розрахунках газопроводів середнього та низького тисків.
7. Наведіть номінальні значення тиску газу в обв’язувальних газопроводах приладів.
8. Наведіть допустимі втрати тиску в газопроводах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий / [Лисиенко В. Г., Беляев Н. М., Несенчук А. П. и др., под ред. А. П. Несенчука]. – Минск : Высшая школа, 1989. – 279 с.
2. Сазанов Б. В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.
3. Промышленные тепловые электростанции / Под ред. Е. Я. Соколова. – М. : Энергия, 1879. – 343 с.
4. Чепурний М. М. Енергозбережні технології в теплоенергетиці / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 115 с.
5. Чепурний М. М. Розрахунки теплових схем когенераційних установок / Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Бужинський В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2003. – 103 с.
6. Шур А. И. Газорегуляторные пункты и установки / Шур А. И. – Л. : Недра, 1985. – 288 с.
7. Ионин А. А. Газоснабжение / Ионин А. А. – М. : Стройиздат, 1989. – 439 с.
8. Журба М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений Т. 3 : [учебное пособие] / Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. – М. : Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
9. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции / Рыжкин В. Я. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 316 с.
10. Чепурний М. Застосування детандер-генераторних агрегатів в котельнях / Марко Чепурний, Станіслав Ткаченко, Євген Корженко. // Енергозбереження Поділля, 2005. – № 4. – С. 38 – 41.
11. Чепурний М. М. Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств : навчальний посібник / М. М. Чепурний, Н. Д. Степанова. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 159 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Теплофізичні властивості води на лінії насичення

t, °C	P, бар	ρ, кг/м^3	C_p кДж/(кг·град)	λ, Вт/(м·град)	a, 10^7 м^2/с	μ, 10^{-6}, Н · с / м^2	ν, 10^{-6}, м^2 / с	β, 10^{-4} 1/град	σ, 10^{-4}, кГ/м	Pr
0	1,01	999,9	4,212	0,551	1,31	1787,8	1,789	-0,63	77,1	13,67
10	1,01	999,7	4,191	0,574	1,37	1305,3	1,306	+0,7	75,6	9,52
20	1,01	998,2	4,183	0,599	1,43	1004,2	1,0006	1,82	74,1	7,02
40	1,01	992,2	4,174	0,634	1,53	653,2	0,659	3,87	71,0	4,31
60	1,01	983,2	4,178	0,659	1,60	468,8	0,478	5,11	67,5	2,98
80	1,01	971,8	4,195	0,674	1,66	355,0	0,365	6,32	63,8	2,21
100	1,01	958,4	4,220	0,683	1,69	383,4	0,295	7,52	60,0	1,75
120	1,99	943,1	4,25	0,686	1,71	237,3	0,252	8,64	55,9	1,47
140	3,62	926,1	4,287	0,685	1,72	201,0	0,217	9,72	51,7	1,26
160	6,18	907,4	4,346	0,683	1,73	173,6	0,191	10,7	47,5	1,10
180	10,03	886,9	4,417	0,674	1,72	153,0	0,173	11,9	43,1	1,00
200	15,55	863,0	4,505	0,663	1,70	136,3	0,158	13,3	38,4	0,93
220	23,20	840,3	4,614	0,646	1,66	124,6	0,148	14,8	33,8	0,89
240	33,48	813,6	4,756	0,628	1,62	114,7	0,141	16,8	29,1	0,87
260	46,59	784,0	4,949	0,605	1,56	105,9	0,135	19,7	24,2	0,87
280	64,20	750,7	5,229	0,574	1,46	98,1	0,131	23,7	19,5	0,90
300	85,92	712,5	5,736	0,540	1,32	91,2	0,128	29,2	14,7	0,97
320	112,90	667,1	6,573	0,506	1,15	85,3	0,128	38,2	10,0	1,11
340	146,08	610,1	8,164	0,457	0,92	77,5	0,127	53,4	5,78	1,39
360	186,81	528,0	13,98	0,396	0,54	66,7	0,126	109,0	2,06	2,35
370	210,54	450,5	40,42	0,337	0,18	56,9	0,126	264,0	0,48	6,79

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 144 – «Теплоенергетика»

Укладач Наталія Дмитрівна Степанова

Рукопис оформила Н. Степанова

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет виготовив О. Ткачук

Підписано до друку 17.09.2018 р.
Формат 29,7×42 ¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різографічний. Ум. друк. арк. 2,28.
Наклад 40 (1-й запуск 1-20) пр. Зам. № 2018-159.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.