

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

"Енергоефективна система тепло-холодопостачання бази відпочинку в Київській
області"

Махно Вадим Валентинович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

"Енергоефективна система тепло-холодопостачання бази відпочинку в Київській
області"

Виконав: Махно Вадим Валентинович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія» (спеціальність)

Теплогазопостачання та вентиляція (освітня
програма)

Група ТВ-23

Керівник Кириченко М. А.

(прізвище та ініціали)

доцент, канд. техн. наук

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Махна Вадима Валентиновича

1. Тема роботи «Енергоефективна система тепло- холодопостачання бази відпочинку в Київській області», затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» ____ 2024 року.
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доц., к. т. н.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Загальна характеристика об'єкту. Вихідні дані.
 - Р. 2. Джерело теплоти
 - Р. 3. Теплопостачання
 - Р. 4. Холодопостачання
 - Р. 5. Автоматизація технологічних процесів
5. Графічний матеріал за розділами
 - Р. 1. Тепло та холодопостачання. Генплан з прокладкою мереж. Графік теплового навантаження. Розташування обладнання та трубопроводів. План на відмітці 0,000; +3,220.
 - Р. 2. Котельня. Розріз 1-1, 2-2, 3-3, 4-4
 - Р. 3. Котельня. Опалення та вентиляція.
 - Р. 4. Котельня. Теплова схема.

Р. 5. Котельня. Схема автоматизації функціональна. Габаритне креслення шафи управління ШУК.

Р. 6. Теплопостачання. Схема індивідуальних теплових пунктів.

Р. 7. Холодопостачання. Схема системи Х1. Споживач холоду №1. Схема системи К1, К1*

Р. 8. Холодильна машина. Стандартне виконання моделі холодильної машини без жалюзійної панелі та з жалюзійною панеллю. Вигляди холодильної машини.

Р. 9. Прецизійні кондиціонери. Блок охолодження для установки всередині приміщень. Габаритні розміри зовнішнього блоку прецизійного кондиціонера, підключення холодоагенту.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальна характеристика об'єкту. Вихідні дані	2024
Розділ 2. Джерело теплоти	2024
Розділ 3. Теплопостачання	2024
Розділ 5. Холодопостачання	2024
Розділ 6. Автоматизація технологічних процесів	2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2024
Направлення роботи на рецензування	2024

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Здобувач _____
(підпис)

Кириченко М.А.
(прізвище, ініціали)

Кириченко М.А.
(прізвище, ініціали)

Махно В.В.
(прізвище, ініціали)

Зміст

Вступ

1. Загальна характеристика об'єкту. Вихідні дані
2. Джерело теплоти
 - 2.1. Вибір котлів для джерела теплоти
 - 2.2. Розробка теплової схеми джерела теплоти
 - 2.3. Опалення та вентиляція котельної
 - 2.4. Газопостачання котельної
 - 2.5. Аеродинамічний розрахунок димової труби
 - 2.6. Заходи з енергозбереження
3. Теплопостачання
 - 3.1. Розрахунок теплових потоків
 - 3.2. Вибір і обґрунтування схеми, способу прокладання, приєднання споживачів до теплової мережі
 - 3.3. Гідравлічний розрахунок теплової мережі
 - 3.4. Вибір основного і допоміжного обладнання зовнішньої теплової мережі (колодці, опори, комби)
 - 3.5. Розробка ІТП
 - 3.6. Підбір і розрахунок обладнання ІТП
 - 3.7. Експлуатація та ремонт систем теплопостачання
4. Холодопостачання
 - 4.1. Обґрунтування вибору та опис систем холодопостачання
 - 4.2. Розрахунок теплонадходжень
 - 4.3. Підбір основного обладнання
 - 4.4. Гідравлічний розрахунок системи холодопостачання
 - 4.5. Особливості експлуатації систем холодопостачання
5. Автоматизація технологічних процесів
 - 5.1. Загальні положення
 - 5.2. Технічні характеристики

Кваліфікаційна робота магістра

Зм.	Кільк	Ар	№док	Підпи	Дата				
Розробив		Махно В..			2024	Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Кириченко			2024		КР	1	
Керівник		Кириченко			2024		ЗТВ-51		
Н.конто.		Кириченко			2024				

5.3. Принцип роботи

Список використаної літератури

Додаток 1

									Арк.
									2
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Вступ

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	Арк.
						3

Вступ

Енергозбереження на сьогоднішній день є одним з найважливіших аспектів будівельної галузі. В недалекому минулому енергозбереженню в житловому та будівельному будівництві в нашій країні приділялася велика увага.

Енергозберігаючі заходи для систем опалення та охолодження можна розділити на чотири групи:

- 1) організація обліку та контролю енергоспоживання
- 2) просторове планування, структурні та проектні енергозберігаючі заходи
- 3) технічні заходи з енергозбереження У контексті технічних систем та їх елементів слід особливо відзначити місцеве та центральне теплопостачання, водопостачання, опалення, гаряче водопостачання, вентиляцію та кондиціонування повітря.
- 4) використання природного тепла та холоду, використання вторинних енергоресурсів та зменшення теплових втрат є додатковими шляхами енергозбереження.

Наступні заходи з підвищення енергоефективності були включені в планування проекту:

- 1) встановлення автоматичних конденсаційних котлів з високим коефіцієнтом корисної дії,
- 2) ізоляція трубопроводів та арматури сучасними теплоізоляційними матеріалами.
- 3) в рамках запланованих заходів з енергозбереження передбачено встановлення високоефективних автоматичних конденсаційних котлів. Вони будуть ізольовані сучасними теплоізоляційними матеріалами, як і трубопроводи та запірні арматура.
- 4) автоматичне регулювання споживання природного газу, тепла та теплоносія в залежності від навантаження також є частиною проекту.
- 5) мережеві насоси будуть обладнані частотним регулюванням.
- 6) встановлення комерційного вузла обліку газу.

								Арк.
								4
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

1. Загальна характеристика об'єкту. Вихідні дані

								Арк.
								5
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата			

2. Джерело теплоти

									Арк.
									8
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

2.1. ВИБІР КОТЛІВ ДЛЯ ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ

Характеристика об'єкту.

Розрахункове навантаження споживачів : $Q=420\text{кВт}$.

Розрахунковий температурний графік $80 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Навантаження на систему опалення $Q_{\text{co}}=149,9\text{кВт}$.

Навантаження на систему вентиляції $Q_{\text{в}}=209,8\text{кВт}$.

Навантаження на систему ГВП (максимальне) $Q_{\text{ГВП макс.}}=111,51\text{кВт}$.

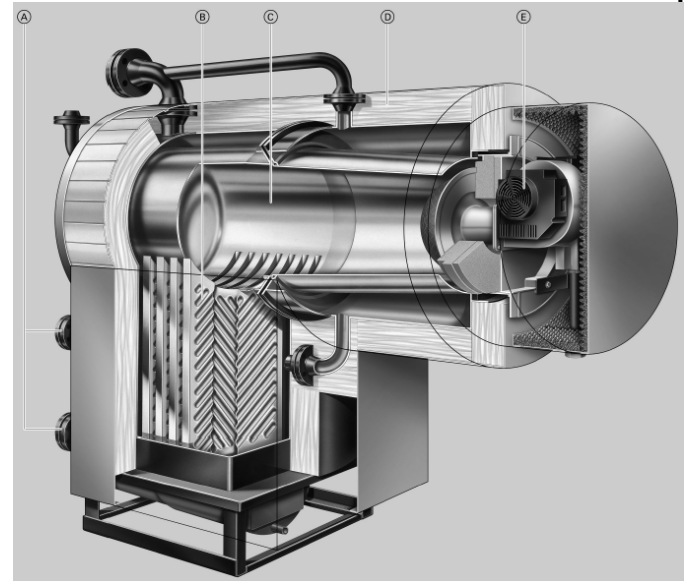
Навантаження на систему ГВП (середнє) $Q_{\text{ГВП сер.}}=54,21\text{кВт}$.

Передбачається будівництво окремої котельні для забезпечення теплопостачанням будівель бази відпочинку.

В котельні встановлюється газові конденсаційні котли Viessmann Vitocrossal 300 у кількості двох штук (248 кВт кожен). В якості резервного джерела теплопостачання та на період випробувань при здачі систем газопостачання, в котельні передбачаємо один твердопаливний котел від виробника Buderus, марки Logica, 230кВт. Одночасна робота газових та твердопаливного котлів проектом не передбачена.

Технічні характеристики котлів викладено нижче.

									Арк.
									9
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				



Газовий конденсаційний водогрійний котел

Vitocrossal 300

- Нормативний КПД: до 98% (H_g)/109% (H_i).
- Высокая эксплуатационная надежность и длительный срок службы благодаря использованию коррозионно-стойких теплообменных поверхностей Inox-Crossal из высококачественной нержавеющей стали.
- Теплообменные поверхности Inox-Crossal обеспечивают интенсивный теплообмен и высокую скорость процесса конденсации.
- Эффект самоочистки благодаря гладким теплообменным поверхностям из нержавеющей стали.
- Минимизация эмиссии вредных веществ за счет низкой теплонапряженности камеры сгорания и отсутствия циркуляционных течений.

- С ИК-горелкой Matrix при мощности котла до 314 кВт для экономичного и экологичного режима работы в диапазоне модуляции от 30 до 100 %.
- В исполнении Unit мощностью от 187 до 653 кВт с вентиляторной газовой горелкой ELCO или Weishaupt.
- Два патрубка обратной магистрали для гидравлической обвязки с оптимизацией теплоты сгорания.
- Простой в использовании контроллер Vitotronic с индикацией текста и графики.

- Ⓐ Два патрубка обратной магистрали, расположенные друг над другом
- Ⓑ Теплообменные поверхности Inox-Crossal из высококачественной нержавеющей стали

- Ⓒ Водоохлаждаемая камера сгорания из нержавеющей стали
- Ⓓ Высокоэффективная теплоизоляция
- Ⓔ Модулируемая ИК-горелка Matrix

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата

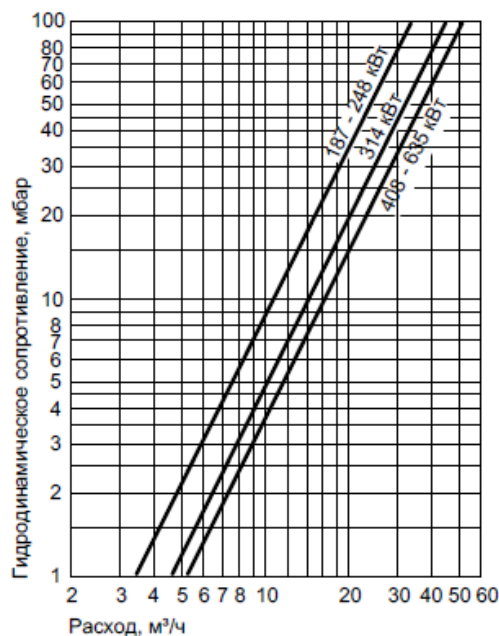
Арк.

10

Соединительные патрубки водогрейного котла							
Подающая магистраль котла	PN 6 DN	65	65	80	100	100	100
Обратная магистраль котла 1 ¹²	PN 6 DN	65	65	80	100	100	100
Обратная магистраль котла 2 ¹²	PN 6 DN	50	50	50	80	80	80
Патрубок аварийной линии (предохранительный клапан)	PN 16 DN	32	32	50	50	50	50
Патрубок опорожнения	R	1	1	1	1	1	1
Конденсатоотводчик	R	½	½	½	½	½	½
Параметры уходящих газов ¹³							
Температура (при температуре обратной магистрали 30 °С)							
– при номинальной тепловой мощности	°С	45	45	45	45	45	45
– при частичной нагрузке	°С	40	40	40	40	40	40
Температура (при температуре обратной магистрали 60 °С)							
– при номинальной тепловой мощности	°С	75	75	75	75	75	75
Массовый расход (для природного газа)							
– при номинальной тепловой мощности	кг/ч	269	357	452	586	727	909
– при частичной нагрузке	кг/ч	81	107	136	176	218	272
Фактический напор	Па	70	70	70	80	80	80

Номинальная тепловая мощность							
$T_{\text{под.}}/T_{\text{обр.}} = 40/30 \text{ °С}$	кВт	187	248	314	408	508	635
$T_{\text{под.}}/T_{\text{обр.}} = 80/60 \text{ °С}$	кВт	170	225	285	370	460	575
на патрубке уходящих газов	мбар	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Патрубок газохода	Ø мм	200	200	200	250	250	250
Нормативный КПД							
при темп. отопит. системы 40/30 °С	%	до 98 (H ₂)/109 (H ₁)					
при темп. отопит. системы 75/60 °С	%	до 95 (H ₂)/106 (H ₁)					
Потери на поддержание готовности $q_{в,70}$	%	0,40	0,30	0,30	0,30	0,28	0,25

Гидродинамическое сопротивление отопительного контура



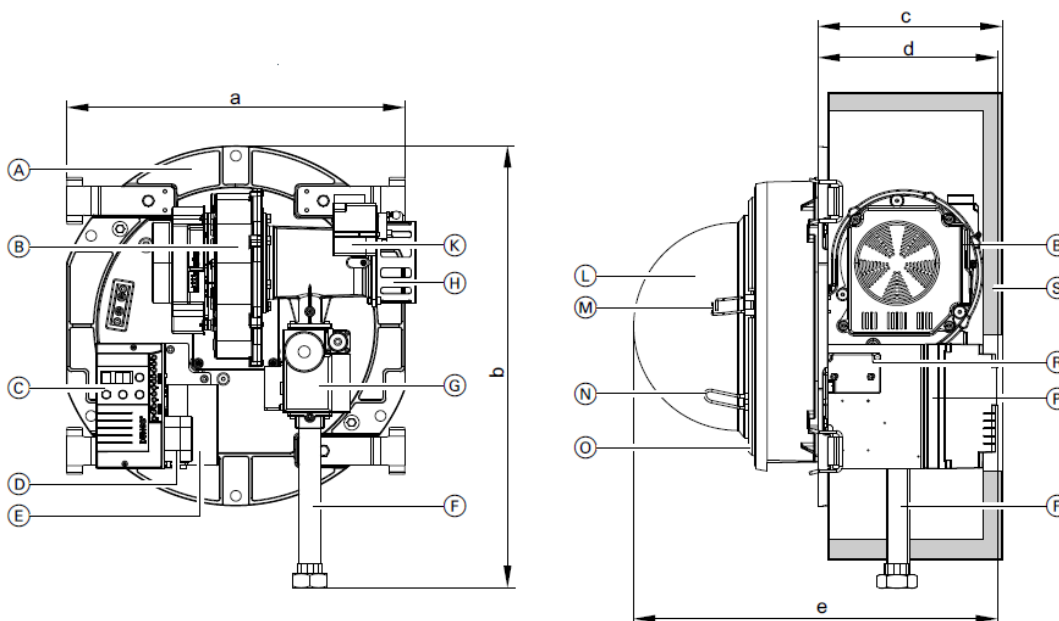
Водогрейный котел Vitocrossal 300 предназначен только для систем водяного отопления с принудительной циркуляцией.

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	Арк.
						12

Технические данные ИК-горелки Matrix

Технические данные в сочетании с котлом Vitocrossal 300 (тип СТЗ)

Номинальная тепловая мощность водогрейного котла (при $T_{под.}/T_{обр.}$ 40/30 °С)	кВт	187	248	314
Минимальная/максимальная тепловая мощность горелки*4	кВт	43/177	77/234	98/296
Тип горелки		VM III-4	VM III-5	VM III-6
Идентификатор изделия		CE-0085 BL 0403		
Напряжение	В	230	230	230
Частота	Гц	50	50	50
Потребляемая мощность при максимальной тепловой мощности	Вт	225	335	385
при минимальной тепловой мощности	Вт	35	40	55
Исполнение		модулируемое		
Размеры				
Длина, d	мм	285	285	285
Длина с колпаком горелки, c	мм	305	305	305
Общая длина, e	мм	580	580	580
Ширина, a	мм	540	555	555
Высота, b	мм	710	710	710
Масса горелки с комбинированной газовой арматурой и колпаком	кг	43,5	45	47
Динамическое давление газа	мбар	20	20	20
Патрубок подключения газа	R	1	1	1¼
Параметры потребления при максимальной нагрузке				
– Природный газ E	м³/ч	4,5–18,7	8,2–24,8	10,3–31,3
– Природный газ LL	м³/ч	5,3–21,8	9,5–28,8	12,0–36,4
Класс NO _x (согласно EN 676)		3	3	3



- А Дверь котла
- В Вентилятор
- С Панель индикации и управления
- Д Реле давления воздуха
- Е Дроссельный блок
- Ф Труба подключения газа
- Г Газовая регулирующая арматура
- Н Поворотная заслонка с сервоприводом

- К Смесительная труба Вентури
- Л Пламенная голова
- М Электроды розжига
- Н Ионизационный электрод
- О Теплоизоляционный блок
- Р Газовый топочный автомат
- Р Блок розжига
- С Колпак горелки

						Арк.
						13
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	

Технічні дані твердопаливних котлів наведені нижче

Модель котла		Logica 50-58	Logica 70-78	Logica 100-110	Logica 150	Logica 230	Logica 350
Потужність котла	кВт	50-58	70-78	100-110	150	230	350
Паливо		Кам'яне чи буре вугілля, вугільний пил, дерево з вологістю 25%					
ККД	%	78,6-81,3					
Габаритні розміри: висота, ширина, глибина	мм	1420x730x1530	1470x770x1810	1470x920x1810	1740x1120x2140	1830x1250x2200	2350x2100x3150
Об'єм води у котлі	дм ³	140	180	250	356	436	847
Максимальний тиск	бар	2					
Мінімальна температура на виході	С°	40					
Максимальна температура на виході	С°	85					
Температура газів, що виходять	С°	>190					
Мінімальна тяга	Па	25	25	25-30	25-30	25-30	35
Необхідна висота димоходу	м	8-10	10	10	8-10	10-12	15
Необхідний переріз димоходу	см ²	600	600	800	800	800	900
Об'єм камери спалення	дм ³	200	290	380	384	500	878
Маса котла без води	кг	730	1010	1090	1500	1700	2200
Споживана потужність	Вт	80-210	160-280	160-280	80-210	80-210	200-350

Котли опалювальні на твердому паливі

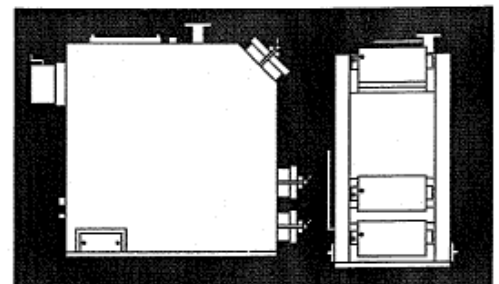
Стальні котли на кам'яному, бурому вугіллі, деревині та вугільному пилу Funke Logica

Котел Logica – це універсальна модель котла, розроблена для клієнтів, які при використанні різних видів палива очікують на найвищі технічні параметри.

Унікальна конструкція котла з нижнім та верхнім спалюванням, а також комплексна система управління гарантують високий коефіцієнт використання палива і низький коефіцієнт забруднення навколишнього середовища, що гарантує низький рівень споживання палива і термін між завантаженнями до 24 годин.

Найвищі технічні параметри

Logica – котел із нижнім та верхнім спалюванням (залежить від типу палива), з відмінною теплоізоляцією, зі стандартно вбудованим вентилятором примусової подачі повітря, який забезпечує управління тягою. Корпус зварено з високоякісної жаростійкої сталі з чавунними попільниками. Всередині зони найбільшого термічного навантаження викладені шамотними блоками. Зпатентована система подачі повітря з системою керування дозволяє ефективно спалювати вугільний порошок та грануляту, кам'яне вугілля при наднизькому рівні викидів у навколишнє середовище.



- Система багаторіанового перегріву повітря дозволяє довготермінове і ефективне спалювання.
- Система управління дозволяє високопродуктивно керувати циркуляційними помпами разом із кімнатними датчиками для максимальної ефективності та комфорту у Вашому житті.
- Час повного згорання палива складає до 24 годин.

							Арк.
							14
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата		

2.2. РОЗРОБКА ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ

Котельня приєднується до теплових мереж за двотрубною системою. Температурний графік: 80 – 60⁰С. Приготування гарячої води для потреб ГВП відбувається безпосередньо у будівлях децентралізовано. Котельня працює упродовж усього року в автоматичному режимі без постійного обслуговуючого персоналу. Влітку котельня працює для забезпечення теплоносієм систем ГВП.

Для забезпечення циркуляції теплоносія в мережі, проектом передбачено встановлення мережних насосів: на зимовий період встановлюються – насоси IP-E40/120-1.5/2-R1 (2 шт: 1-роб. 1-рез.); на літній період – насоси Stratos 30/1-10CAN PN10 (2 шт: 1-роб. 1-рез.). Насоси обладнані частотним регулюванням.



Насос IP-E40/120-1.5/2-R1

Електронно регульований одинарний насос із сухим ротором у виконання Inline, з фланцевим з'єднанням та автоматичним регулюванням потужності фірми Wilo. Дуже якісне обладнання найдорожчої цінової категорії.

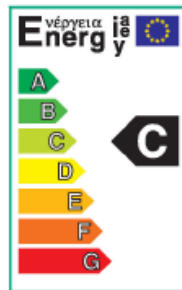
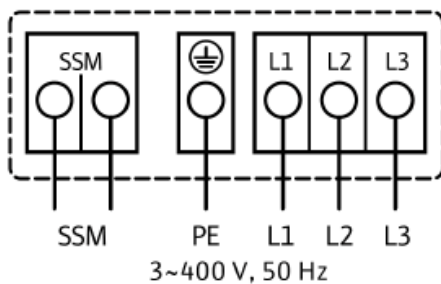
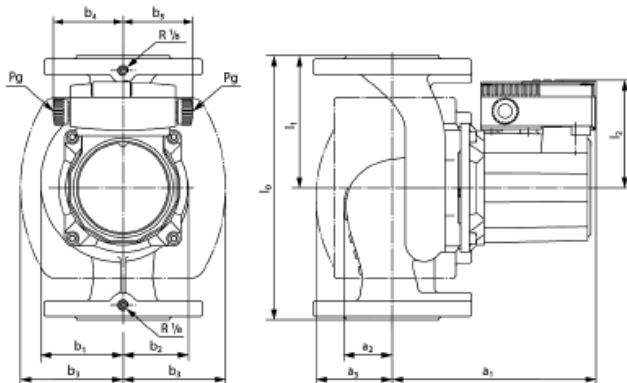
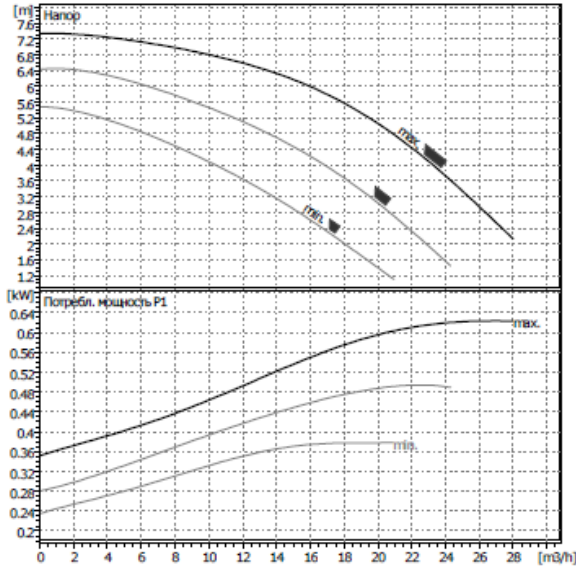


Stratos 30/1-10CAN PN10

Насос циркуляційний Stratos 30/1-10 CAN PN 10 - це ефективне рішення для забезпечення циркуляції теплоносія у системах опалення та водопостачання. Він має високу продуктивність і надійність, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл тепла в приміщенні. Завдяки своїй енергоефективності він сприяє економії електроенергії та знижує витрати на обслуговування системи.

									Арк.
									15
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Приклади підбору насосів викладено нижче



Данные запроса

Расход	0	m ³ /h
Напор	0	m
Перекачиваемая среда	??????	????
Температура жидкости	20	°C
Плотность	0.9983	kg/dm ³
Кинематическая вязкость	1.005	mm ² /s
Давление пара	0.02337	bar

Данные насоса

Производитель	WILO	
Тип	TOP-S 50/7 3~ PN 6/10	
Вид агрегата	Насос	
Ступень ном. Давления	PN10	
Мин. температура жидкости	5	°C
Мак. температура жидкости	30	°C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход		m ³ /h
Напор		m
Потребл. мощность P1		kW
Число оборотов	2800	1/min

Мин. давление на входе

Температура	50	95	110	130	°C
Мин. давление на входе	3	10	16	29	m

Материалы / уплотнение

Корпус	GG 25
Вал	X 46 Cr 13
Рабочее колесо	Армир. стекловол. Полипропилен
Подшипник	Металлографит

Размеры

mm							
a1	224	b3	119	l2	109	dL2	19
a2	65	b4	66	n	4	kL1	110
a3	82	b5	66	d	102	kL2	125
b1	91	l0	280	D	165	Pg	2 x 13,5
b2	77	l1	140	dL1	14		

Всасывающая сторона	DN 50	/ PN 6/10
Напорная сторона	DN 50	/ PN 6/10
Вес	17.5	kg

Данные мотора

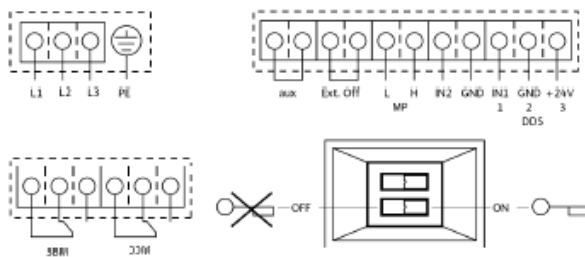
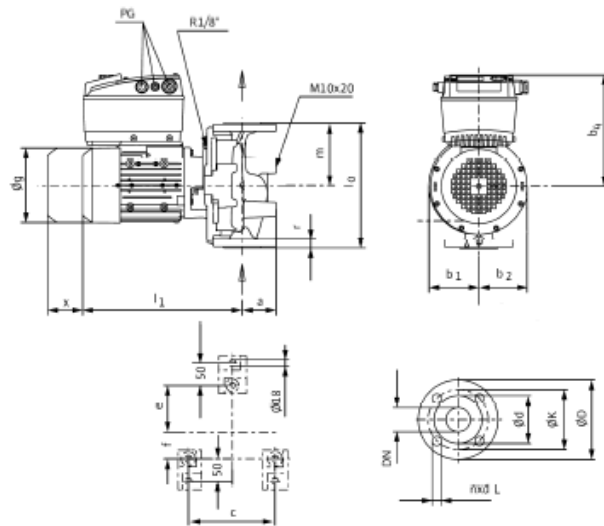
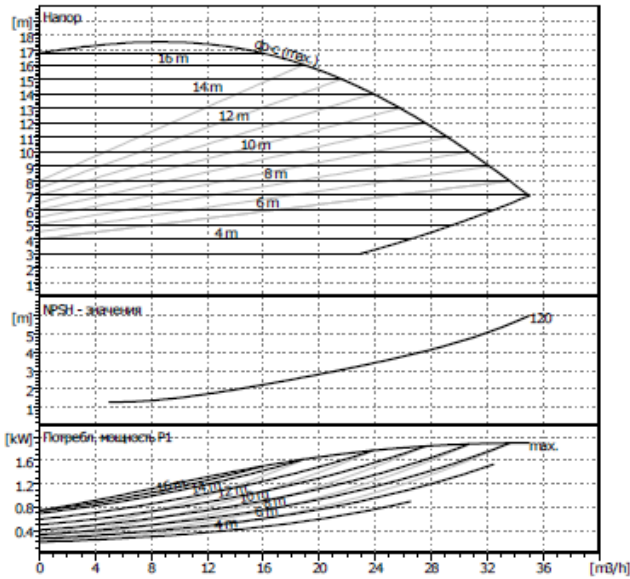
Класс энергоэффективности	
Ном. мощность P2	0.35 kW
Потребл. мощность P1	0.625 kW
Ном. число оборотов	2800 1/min
Ном. напряжение	3~400 V, 50 Hz
Макс. потребление тока	1.19 A
Вид защиты	IP 44
Допустимый перепад напряжения +/- 10%	

Арт.№ стандартного исполнения 2080051

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Арк.

16



Данные запроса

Расход	0	m ³ /h
Напор	0	m
Перекачиваемая среда	?????? ???? ?	
Температура жидкости	20	°C
Плотность	0.9983	kg/dm ³
Кинематическая вязкость	1.005	mm ² /s
Давление пара	0.02337	bar

Данные насоса

Производитель	WILO	
Тип	IP-E 40/120-1,5/2 R1	
Вид агрегата	Насос	
Вид работы	dp-c	
Ступень ном. Давления	PN10	
Мин. температура жидкости	5	°C
Мак. температура жидкости	30	°C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход		m ³ /h
Напор		m
Мощность на валу P2		kW
Число оборотов	2890	1/min
NPSH		m
Диаметр рабочего колеса	20	mm

Материалы / уплотнение

Корпус	GG 25
Вал	X 20 Cr 13
Рабочее колесо	Пластмасса
Скольз. торцев. Уплотнение	AG EGG (Стандарт)

Размеры

mm							
a	75	D	150	m	170	e	40
b1	113	dL	19	n	4	f	50
b2	121	g	180	b4	245		
c	90	l0	320	k	110		
d	84	l1	357	x	150		

Всасывающая сторона DN 40 / PN16

Напорная сторона DN 40 / PN16

Вес 36 kg

Данные мотора

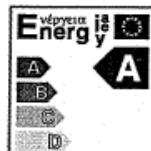
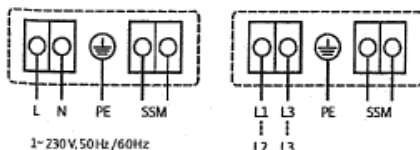
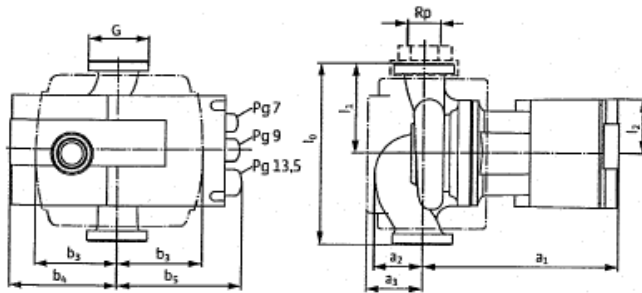
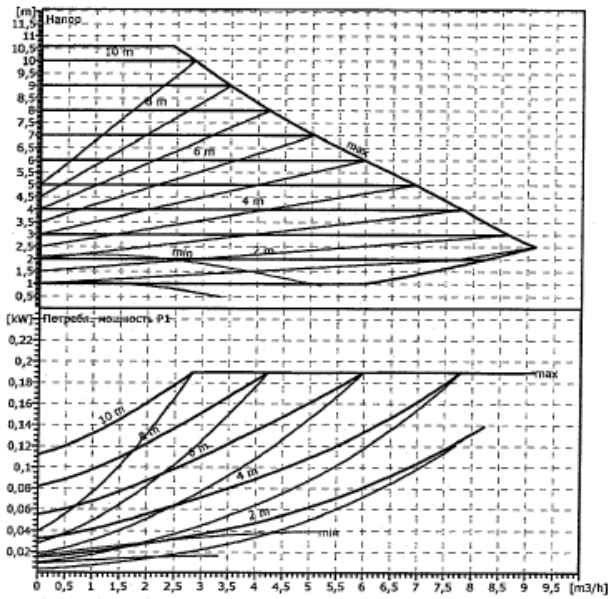
Ном. мощность P2	1.5	kW
Ном. число оборотов	2900	1/min
Ном. напряжение	3~400 V, 50 Hz	
Макс. потребление тока	3.2	A
Вид защиты	IP 55	
Допустимый перепад напряжения	+/- 10%	

Арт.№ стандартного исполнения

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Арк.

17



Данные запроса

Расход	0 м³/ч
Напор	0 м
Перекачиваемая среда	Вода, чистая
Температура жидкости	20 °C
Плотность	0,9983 кг/дм³
Кинематическая вязкость	1,005 мм²/с
Давление пара	0,02337 бар

Данные насоса

Производитель	WILO
Тип	Stratos 30/1-10 CAN PN 10
Вид агрегата	Насос
Вид работы	dp-c
Ступень ном. Давления	PN 10
Мин. температура жидкости	-10 °C
Мак. температура жидкости	110 °C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход	
Напор	
Потребл. мощность P1	

Мин. давление на входе

Температура	50	95	110			°C
Мин. давление на входе	3	10	16			м

Материалы / уплотнение

Корпус насоса	EN-GJL 200
Рабочее колесо	Ариир. стекловол. PPS
Вал	X 46 Cr 13
Подшипник	Металлографит

Размеры

		mm			
a1	182	b5	114		
a2	43	l0	180		
a3	56	l1	90		
b3	76	l2	49		
b4	89	G	32		

Всасывающая сторона	Rp 1 1/4/G 2 / PN 10
Напорная сторона	Rp 1 1/4/G 2 / PN 10
Вес	4,2 кг

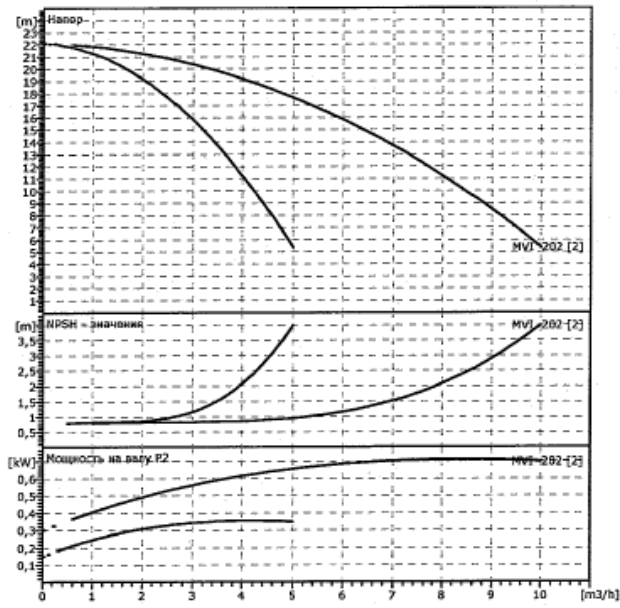
Данные мотора

Класс энергоэффективности	A
Ном. мощность P2	140 W
Потребл. мощность P1	190 W
Ном. число оборотов	4450 1/min
Ном. напряжение	1~ 230 V, 50 Hz
Макс. потребление тока	1.3 A

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Арк.

18



Данные запроса

Расход	0	m³/h
Напор	0	m
Перекачиваемая среда	Вода, чистая	
Температура жидкости	20	°C
Плотность	0,9983	kg/dm³
Кинематическая вязкость	1,005	mm²/s
Давление пара	0,02337	bar

Данные насоса

Производитель	WILO	
Тип	CO-2 MVI 202/ CC	
Тип конструкции	Повысительная установка	
Вид агрегата	Многонасосная установка	
Ступень ном. Давления	PN 16	
Мин. температура жидкости	0	°C
Мак. температура жидкости	70	°C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход		m³/h
Напор		m
Число оборотов	2950	1/min
Мощность на валу P2		kW
NPSH		m

Материалы / уплотнение

Корпус	1.4301
Вал	1.4301
Рабочее колесо	1.4301
Камеры ступеней	1.4301
Скольз. торцев. Уплотнение	В-Графит/Керамика
Прокладка трубопровода	1.4571

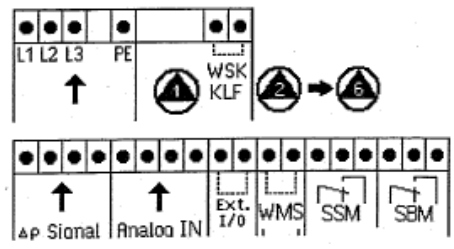
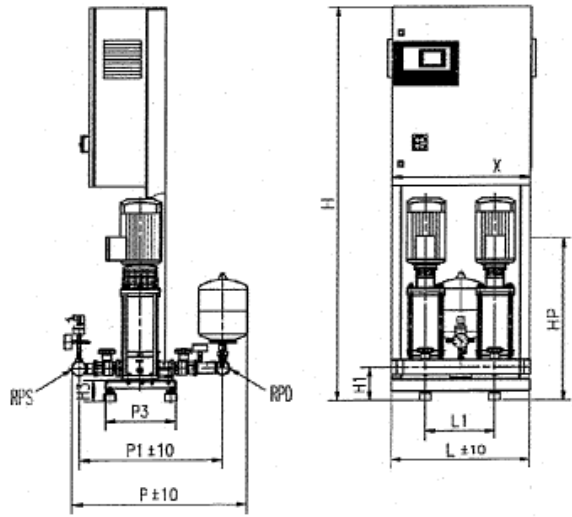
Размеры

		mm			
H	1670	P	750		
H1	140	P1	613		
H3	90	P3	300		
HP	607				
L	600				
L1	300				

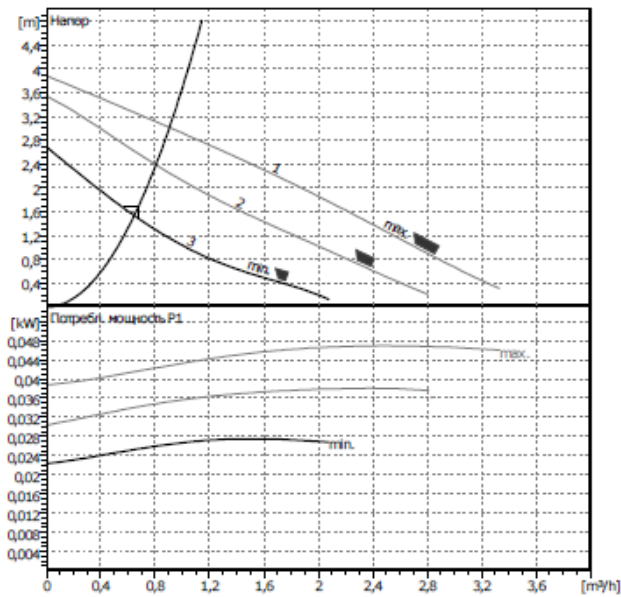
Всасывающая сторона	R 2	/ PN 16	
Напорная сторона	R 2	/ PN 16	
Вес	70		kg

Данные мотора

Ном. мощность P2	0,37	kW
Ном. число оборотов	2950	1/min
Ном. напряжение	3~400 V, 50 Hz	
Макс. потребление тока	0,95	A
Вид защиты	IP 55	
Допустимый перепад напряжения +/- 10%		



Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	Арк.
						19



Данные запроса

Расход	0,678 m³/h
Напор	1,69 m
Перекачиваемая среда	Вода, чистая
Температура жидкости	80 °C
Плотность	0,9983 kg/dm³
Кинематическая вязкость	1,005 mm²/s
Давление пара	0 bar

Данные насоса

Производитель	WILO
Тип	Star-RS 25/4
Вид агрегата	Насос
Вид работы	1
Ступень ном. Давления	PN10
Мин. температура жидкости	10 °C
Мак. температура жидкости	110 °C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход	0,646 m³/h
Напор	1,54 m
Потребл. мощность P1	0,0253 kW

Мин. давление на входе

Температура	50	95	110			°C
Мин. давление на входе	0,5	3	10			m

Материалы / уплотнение

Корпус	GG 20
Вал	X 40 Cr 13
Рабочее колесо	Полипропилен
Подшипник	Графит

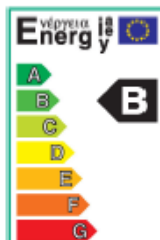
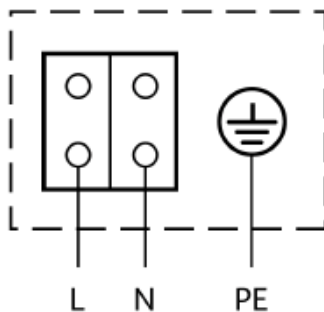
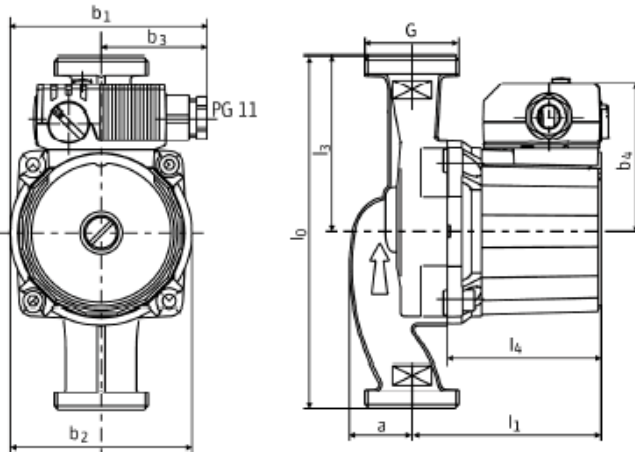
Размеры

		mm					
a	33	l4	79				
b1	100	l0	180				
b2	92,5	l1	97				
b3	54	l3	90				
b4	73						

Всасывающая сторона	Rp 1/G 1 1/2 / PN10
Напорная сторона	Rp 1/G 1 1/2 / PN10
Вес	2,4 kg

Данные мотора

Класс энергоэффективности	B
Ном. мощность P2	17 W
Потребл. мощность P1	48 W
Ном. число оборотов	2200 1/min
Ном. напряжение	1~ 230 V, 50Hz
Макс. потребление тока	0,21 A
Вид защиты	IP 44
Допустимый перепад напряжения +/-	10%



Підбір інших насосів наведений в додатку 1

Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Арк.

20

Тепловою схемою котельні передбачено встановлення підживлення хімоочищеною водою. Для забезпечення необхідної якості підживлювальної води водогрійних котлів передбачено установку Aquahome 27ZM, бак запасу хімоочищеної води та насосна установка CO-2 MVI 202/ER. Режим роботи установки підживлення автоматичний. Включення відбувається у випадку зниження тиску води в зворотному трубопроводі мережі. В котельні встановлюється лічильник холодної води.



Установка Aquahome 27ZM



Насосна установка CO-2 MVI 202/ER

Для викиду димових газів встановлюються дві металеві димові труби (одна для газових котлів, інша для твердопаливного котла). Відпрацьовані димові гази відводяться від газових котлів по металевих газоходах Ø200 мм, а потім викидаються в атмосферу через металеву димову трубу діаметром 0,3м та висотою 15м. Відпрацьовані димові гази відводяться від твердопаливного котла по металевому газоходу Ø300 мм, викидаються в атмосферу через металеву димову трубу діаметром 0,3 м та висотою 15м. На кожному газоході котла встановлені вибухові клапани. Газоходи котлів оснащені глухими шиберами для виведення їх в ремонт чи при зупинці більше одного місяця.

Для зливу води з трубопроводів і обладнання котельні встановлений дренажний приямок, з якого всі зливи потрапляють до системи каналізації.

									Арк.
									21
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

2.3. ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ КОТЕЛЬНОЇ

Характеристика району будівництва та вихідні дані:

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для проектування:

- а) опалення – -22°C ;
- б) загальнообмінної вентиляції в холодний період року -22°C ;
- в) вентиляції в теплий період року – $+23,7^{\circ}\text{C}$;
- г) кондиціонування в теплий період року – $+28,7^{\circ}\text{C}$.

Середня температура опалювального періоду – $-1,1^{\circ}\text{C}$;

Тривалість опалювального періоду – 187 днів;

Розрахункова швидкість вітру в холодний період року – 4,2 м/с, в теплий період року – 1 м/с;

Кількість градусоднів опалювального періоду – 3572.

- потужність $N_{\text{г}}$ 2 газових котлів- $2 \cdot 248 = 496$ кВт;
- потужність $N_{\text{д}}$ котла на твердому пальному (дрова)-230 кВт;
- споживання газу $V_{\text{г}} = 0,1 \text{ м}^3/\text{год}/\text{квт}$;
- витрата повітря на 1 м^3 газу $V_{\text{к}} = 10 \text{ м}^3$;
- теплотворність дров $T_{\text{д}} = 2960$ ккал/кг;
- витрата повітря на спалювання 1 кг дров $V_{\text{д}} = 6-8 \text{ м}^3$;
- кратність повітрообміну в котельні-3;
- температура в приміщенні в зимовий період $+5^{\circ}\text{град}$.

Опалення та вентиляцію в приміщенні котельні розробляємо відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування». Теплове навантаження котельного залу складає 2560Вт, теплове навантаження для опалення горищного приміщення складає 1380Вт. Система опалення – двотрубна. Теплоносій – гаряча вода з параметрами $80-60^{\circ}\text{C}$. В якості опалювального приладу приймаємо біметалевий радіатор ТОВ «ПРЕС» з краном «маєвського» для випуску повітря та термостатичним вентиляем.

									Арк.
									22
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				



В якості труб прийняті – сталеві водогазопровідні труби за ГОСТ3262-75. Труби прокладаються по підлозі і підлягають фарбуванню масляною фарбою по 2-м шарам ґрунту згідно проектних рішень. Температура повітря в середині приміщення котельні передбачається 5°С, так як котельня проектується без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

В котельні передбачаємо примусову припливну вентиляцію від системи ПІ для забезпечення трьохкратного повітрообміну і подачі необхідної кількості повітря для горіння. Видалення повітря здійснюється природнім шляхом через вентиляційний витяжний канал.

Розрахунок

1.Витрата газу на 1 газовий котел

$$V=N_{Г} \cdot V_{Г}=248 \cdot 0,1=24,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

2.Витрата повітря на спалювання на 1 котел

$$V_{ПГ}=V \cdot V_{К}=24,8 \cdot 10=248 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.Витрата дров на котел

$$M_{Д}=N_{Д}/T_{Д}=0,86 \cdot 230000/2260=66,8 \text{ кг}$$

									Арк.
									23
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

4. Витрата повітря для спалювання дров

$$V_{\text{пд}} = M_{\text{д}} \cdot V_{\text{д}} = 66,8 \cdot 7 = 467,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

5. Кількість повітря загальнообмінної вентиляції

$$V_{\text{з}} = V_{\text{пр}} \cdot K = 108 \cdot 3 = 324 \text{ м}^3/\text{год}$$

6. Загальний об'єм подачі

$$V_{\text{сум}} = V_{\text{пг}} + V_{\text{пд}} + V_{\text{з}} = 248 + 467,6 + 324 = 1039,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

7. Необхідний діаметр витяжного повітропроводу при рекомендованій швидкості $V = 1,2$ м/с та витраті 324 м³/год становить 315 мм.

Підбір припливної установки П1 наведений нижче.

									Арк.
									24
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Rosenberg Ventilatoren GmbH
 Maybachstraße 1
 D-74653 Kynzelsau-Gaisbach



Стр.: 2
 Nr.- предл.: RoUa13-03-1145
 НП:

разработчик: Piskun
 Pos.: 1

вторник, 23.октябрь 2012
 Nr.заказа:
 заказчик:

Airbox F40-07F Габар.: выс. 450 шир. 720 длина 1200 мм вес: 99 kg
 ANU-F4007FIZ F40 - 40mm толщина стенки

Технические данные

в Приток:

станд. фильтр	G4 Vorfilter		
длина фильтра:	360 mm	Площадь фильтра:	1.40 m ²
др начало:	24 Pa	др расчёт:	124 Pa
др End (EN13053):	150 Pa		
Габариты:	1x 592/287		
нагреватель	PWW, 3RR, 1150 m³/h		
Т вход.возд.:	-22°C	Тсреды на входе.:	80°C
Твых.возд.:	18.0°C	Т среды на выходе.:	60°C
мощность:	15.4 кВт	max. мощность:	21.3 kW
др воздух:	28 Pa	др среда:	2.70 kPa
объём среды:	1.80 l	содержание гликоля:	—%
циркуляционный объём:	0.678 m ³ /h	Запас вместимости:	25%
подключение труб:	s"	скорость потока:	1.94 m/s
Код:	6.30.CU.10.AL.12.03.0550.21.W.XX.006.036.R 3/4" L		
Вентилятор	DKHR 280-2		
объём воздуха:	1150 m ³ /h	др extern:	250 Pa
aufg. мощность (Pel):	0.51kW	др общий:	425/11 Pa
питание:	251 V	звуковая мощность LWA6:	74 dB(A)
потребление тока:	1.2 A		
количество оборотов:	2216 1/min	SFP (Design):	1.60 kW s/m ³ (SFP4)
		SFP (EnEV):	1.13 kW s/m ³ (SFP3)
двигатель с внешним ротором			
номинальная мощность(P1):	0.7 кВт	Защита электродвигателя:	тепловой контакт
номинальное напряжение:	400 V/50 Hz		
номинальный ток:	1.3 A		
номинальная скорость вращения:	2610 1/min		
Класс энергосбереженияRLT01):	-		
класс скорости:	V1	Pel max. (RLT01):	0.387 kW
Leistungsklasse:	P7		

Плотность воздуха: 1,2 kg/m³, Барометр. давление: 1013,25 hPa
 SFP (design): проектные условия в соответствии с EN 13779
 SFP (EnEV): чистые фильтры, SFP-значение включая бонус если класс рекуперации H1 и H2

Rosenberg Ventilatoren GmbH
 Maybachstraße 1
 D-74653 Kynzelsau-Gaisbach



Стр.: 3
 Nr.- предл.: RoUa13-03-1145
 НП:

разработчик: Piskun
 Pos.: 1

вторник, 23.октябрь 2012
 Nr.заказа:
 заказчик:

Airbox F40-07F Габар.: выс. 450 шир. 720 длина 1200 мм вес: 99 kg
 ANU-F4007FIZ F40 - 40mm толщина стенки

спецификация

шт.	Обозначение	Артикул	Вес (kg)(kg)
Приток			
1	жалюзи (EN1751 Kl.2) B=618 H=328	JK2F07F01N1A	4
1	Корпус Airbox F40-07F, длина 1200mm		54
1	стандартный карманный фильтр G4	FTN07F-0400B	6
1	нагреватель PWW Cu/Al 3RR	PWW07F-1003N	11
1	пустая секция перед своб.вращ. колёсами BG_KNR	BOX000-1031N	0
1	свободно вращающееся колесо DKHR 280-2	N63-28013	12
1	Сопло впуска для KNR-280 с кольцев.измерит. линией	Q52-25031	1
Приборы-принадлежности:			
1	опорная рама 100mm оцинкованная свободная (1200mm)	GRBB07Q0000B	11
1	монтаж опорной рамы за модуль	mpr-GRBan	0

							Арк.
							27
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

2.4. ГАЗОПОСТАЧАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

Проектом передбачається встановлення загального комерційного вузла обліку в захисній металевій шафі на зовнішній стіні котельні та підключення внутрішнього газопроводу котельні до зовнішнього газопроводу, вводу середнього тиску, з будівництвом ШРП.

Витрата газу на котельню становить 49,6 нм³/год.

Для зниження тиску газу до робочого тиску котлів (0,0045МПа) та підтримки його на заданому рівні в системі газопостачання котлів передбачається встановлення газорегуляторної установки шафового типу ШР 01.02.FES з регулятором тиску газу.



Регулятор тиску газу

Характеристика газорегуляторної установки шафового типу наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Характеристика газорегуляторної установки

Тип ШГРУ	Тиск		Типорозмір регулятора	Номінальна пропускна здатність, м ³ /год
	вхідний Р _{вх} ,	вихідний Р _{вих} ,		
ШР01.02.FES	0,15-8,6 бар	13-180 мбар	Fe50	50

							Арк.
							28
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

Для підключення ШГРУ використовуються труби сталеві електрозварні за ГОСТ10704-91. З'єднання труб передбачається дуговою електричною зваркою «встик». Тип конструктивних елементів і розміри зварених з'єднань повинні відповідати нормам ГОСТ 16037-80.

Монтаж ШГРУ виконується у відповідності до ДБН В.2.5.-20-2001 «Газопостачання» і ДНАОП0.00-1.20-98 «Правила безпеки систем газопостачання України».

Для захисту ШГРУ від попадання блискавки необхідно встановлювати блискавковідвід.

Газопостачання котлів Vitocrossal 300 здійснюється по внутрішньому газопроводу котельної.

Діаметр внутрішнього газопроводу визначається за формулою:

$$d_{mp} = 0,036238 \sqrt{\frac{Q \cdot (273 + t)}{P_m \cdot v_{mp}}} = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{49,6 \cdot (273 + 10)}{0,1045 \cdot 7}} = 4,97 \text{ см}$$

За результатом розрахунку приймаємо трубу Ø50x3,5.

Газопроводи виконані зі сталевих водогазопровідних труб (звичайних) відповідно до ГОСТ 3262-75.

На газопроводі, що підводиться до котлів, встановлені швидкодіючий відсічний клапан та запірні арматури. Запірні арматури має клас герметичності I за ГОСТ 9544.

Водогрійний котел Vitocrossal 300 постачається пальником MatriX, який обладнаний газовою регулюючою арматурою та системою автоматики. Тиск газу на вході в пальник становить 0,0045 МПа.

Перед вводом в експлуатацію для продувки газопроводу, а також для скидання газу у випадку просочування його крізь нещільності запірної арматури при непрацюючих котлах, передбачені газопроводи продувки, виведені за межі котельні.

Проходи газопроводів крізь стіни котельні проектується у сталевих гільзах з ущільненням бітумом та сальниковою набивкою.

									Арк.
									29
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

2.5. АЕРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДИМОВОЇ ТРУБИ

Газовий котел №1. Аеродинамічний розрахунок – зима. Вихідні дані:

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	248
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°C	-22
3	Температура димових газів тах (паспорт)	$T_{г}$	°C	75
4	Температура повітря навколо дымохода	$T_{ов}$	°C	-6
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °C	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °C	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	13,5
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	2
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	4,2
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°C	40
12	ККД котельної установки	η		0,95
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 325x325)	$D_{г}$	м	0,2
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пального	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °C	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	10,91
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	9,72
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	8500

Розрахунок:

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_{н} \cdot \eta} = 26,351 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_{г} = V_{г}^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 12,854 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

							Арк.
							30
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

$$\Delta t = \frac{(T_z - T_{os})}{0,33 \cdot G V_z / (K_{cm} \cdot F) + 0,5} = 35,599^\circ C,$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить 2,3°C/м

Середня температура димових газів:

$$T_{cp} = T_z - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 57,2^\circ C$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_z \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{cp}}{273} \right] = 0,114 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{гор} = \frac{V}{F_z} = 3,624 \text{ м/с},$$

де $F_z = 0,0314 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{ерт} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 1,611 \text{ м/с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_z + 273} = 0,988 \text{ кг/м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

$$\gamma_{верт} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{сер} + 273} = 1,042 \text{ кг/м}^3,$$

Вид	звуження, ξ1	відкр. шибер, ξ2	"утка", ξ3	поворот, 90°, ξ5	поворот, 60°, ξ6	трійник, ξ4		вхід в трубу, ξ7	вихід з труби, ξ8
						прохід	поворот		
КМО к-ть на гор. діл	0,12	0,1	0,16	1,2	0,56	0,6	0,5	0,9	1,5
к-ть на верт. діл	0	1	0	2	0	1	1	0	0
верт. діл	0	0	0	0	0	0	0	1	1

									Арк.
									31
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Втрати тиску на горизонтальній ділянці:

$$\Delta p_{гор} = (\lambda \cdot \frac{L}{D_c} + \Sigma \xi) \cdot \frac{W_{гор}^2}{2g} \cdot \gamma_{гор} = 2,51 \text{ мм.в.ст.}$$

Втрати тиску на вертикальній ділянці:

$$\Delta p_{верт} = (\lambda \cdot \frac{L}{D_m} + \Sigma \xi) \cdot \frac{W_{верт}^2}{2g} \cdot \gamma_{сп} = 0,455 \text{ мм.в.ст.}$$

Повний аеродинамічний опір газового тракту: 2,97 мм.в.ст.

Самотяга димової труби:

$$H_c = H \cdot g \left[\gamma_{ny}^e \cdot \frac{273}{273 + T_e} - \gamma_0 \cdot \frac{273}{273 + T_{cp}} \right] = 4,83 \text{ мм.в.ст.}$$

де γ_{ny}^e - питома вага повітря при н.у. 1,293

Висновок: самотяга газового тракту перевищує аеродинамічний опір на 1,85934 мм.в.ст.
Отже, самотяга димової труби перевищує загальний опір газового тракту більше, ніж на 20%,
що є достатнім для відведення димових газів в атмосферу.

									Арк.
									32
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Газовий котел №1. Аеродинамічний розрахунок – літо. Вихідні дані:

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	111,51
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°С	28,7
3	Температура димових газів тах (паспорт)	$T_{г}$	°С	75
4	Температура повітря навколо дымохода	$T_{ов}$	°С	12
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °С	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °С	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	13,5
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	2
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	1
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°С	40
12	ККД котельної установки	η		0,95
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 32)	$D_{г}$	м	0,2
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пальника	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °С	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	10,91
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	9,72
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	8500

Розрахунок:

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_{н} \cdot \eta} = 11,848 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_{г} = V_{г}^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 12,854 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

								Арк.
								33
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

$$\Delta v = \frac{(T_z - T_{os})}{0,33 \cdot G V_z / (K_{cm} \cdot F) + 0,5} = 37,791^\circ\text{C},$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить 2,44°C/м

Середня температура димових газів:

$$T_{cp} = T_z - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 56,1^\circ\text{C}$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_z \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{cp}}{273} \right] = 0,051 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{гор} = \frac{V}{F_z} = 1,624 \text{ м/с},$$

де $F_z = 0,0314 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{ерт} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 0,722 \text{ м/с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_z + 273} = 0,988 \text{ кг/м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

$$\gamma_{верт} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{сер} + 273} = 1,045 \text{ кг/м}^3,$$

Вид	звуження, ξ1	відкр. шибер, ξ2	"утка", ξ3	поворот, 90°, ξ5	поворот, 60°, ξ6	трійник, ξ4		вхід в трубу, ξ7	вихід з труби, ξ8
						прохід	поворот		
КМО	0,12	0,1	0,16	1,2	0,56	0,6	0,5	0,9	1,5
к-ть на гор. діл	0	1	0	2	0	1	1	0	0
к-ть на верт. діл	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Втрати тиску на горизонтальній ділянці:

									Арк.
									34
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Газовий котел №2. Аеродинамічний розрахунок – зима. Вихідні дані:

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	248
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°С	-22
3	Температура димових газів тах (паспорт)	$T_{г}$	°С	75
4	Температура повітря навколо димохода	$T_{ов}$	°С	-6
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °С	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °С	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	12,5
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	3
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	4,6
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°С	40
12	ККД котельної установки	η		0,95
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 325x325)	$D_{г}$	м	0,2
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пальника	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °С	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	10,91
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	9,72
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	8500

Розрахунок:

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_{н} \cdot \eta} = 26,351 \text{ нм}^3/\text{год}$$

								Арк.
								36
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_2 = V_2^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 12,854 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

$$\Delta v = \frac{(T_2 - T_{\text{ог}})}{0,33 \cdot GV_2 / (K_{\text{см}} \cdot F) + 0,5} = 34,809^\circ\text{C},$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить 2,25°C/м

Середня температура димових газів:

$$T_{\text{ср}} = T_2 - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 57,6^\circ\text{C}$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_2 \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{\text{ср}}}{273} \right] = 0,114 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{\text{гор}} = \frac{V}{F_2} = 3,629 \text{ м/с},$$

де $F_2 = 0,0314 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{\text{врт}} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 1,613 \text{ м/с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{\text{гор}} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_2 + 273} = 0,988 \text{ кг/м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

$$\gamma_{\text{врт}} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{\text{ср}} + 273} = 1,040 \text{ кг/м}^3,$$

									Арк.
									37
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Вид	звуження, ξ1	відкр. шибер, ξ2	"утка", ξ3	поворот, 90°, ξ5	поворот, 60°, ξ6	трійник, ξ4		вхід в трубу, ξ7	вихід з труби, ξ8
						прохід	поворот		
КМО	0,12	0,1	0,16	1,2	0,56	0,6	0,5	0,9	1,5
к-ть на гор. діл	0	1	0	2	0	1	1	0	0
к-ть на верт. діл	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Втрати тиску на горизонтальній ділянці:

$$\Delta p_{гор} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_c} + \Sigma \xi \right) \cdot \frac{W_{гор}^2}{2g} \cdot \gamma_{гор} = 2,59 \text{ мм.в.ст.}$$

Втрати тиску на вертикальній ділянці:

$$\Delta p_{верт} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_m} + \Sigma \xi \right) \cdot \frac{W_{верт}^2}{2g} \cdot \gamma_{сп} = 0,446 \text{ мм.в.ст.}$$

Повний аеродинамічний опір газового тракту: 3,06 мм.в.ст.

Самотяга димової труби:

$$H_c = H \cdot g \left[\gamma_{ну}^6 \cdot \frac{273}{273 + T_6} - \gamma_0 \cdot \frac{273}{273 + T_{сп}} \right] = 4,49 \text{ мм.в.ст.},$$

де $\gamma_{ну}^6$ - питома вага повітря при н.у. 1,293

Висновок: самотяга газового тракту перевищує аеродинамічний опір на 1,453231 мм.в.ст.

Отже, самотяга димової труби перевищує загальний опір газового тракту більше, ніж на 20%, що є достатнім для відведення димових газів в атмосферу.

									Арк.
									38
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Газовий котел №2. Аеродинамічний розрахунок – літо. Вихідні дані

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	111,51
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°С	28,7
3	Температура димових газів тах	$T_{г}$	°С	75
4	Температура повітря навколо дымохода	$T_{ов}$	°С	12
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °С	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °С	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	12,5
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	3
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	1
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°С	40
12	ККД котельної установки	η		0,95
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 325x325)	$D_{г}$	м	0,2
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пальника	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °С	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	10,91
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	9,72
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	8500

Розрахунок:

								Арк.
								39
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_u \cdot \eta} = 11,848 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_2 = V_2^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 12,854 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

$$\Delta t = \frac{(T_2 - T_{ог})}{0,33 \cdot G V_2 / (K_{cm} \cdot F) + 0,5} = 36,952^\circ\text{C},$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить $2,38^\circ\text{C}/\text{м}$

Середня температура димових газів:

$$T_{cp} = T_2 - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 56,5^\circ\text{C}$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_2 \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{cp}}{273} \right] = 0,051 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{гор} = \frac{V}{F_2} = 1,626 \text{ м}/\text{с},$$

де $F_2 = 0,0314 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{врт} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 0,723 \text{ м}/\text{с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_2 + 273} = 0,988 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

$$\gamma_{верт} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{сер} + 273} = 1,044 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

									Арк.
									40
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Твердопаливний котел №3. Аеродинамічний розрахунок – зима. Вихідні дані:

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	230
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°С	-22
3	Температура димових газів тах (паспорт)	$T_{г}$	°С	220
4	Температура повітря навколо димохода	$T_{ов}$	°С	10
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °С	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °С	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	13
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	3
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	4,2
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°С	40
12	ККД котельної установки	η		0,78
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 325x325)	$D_{г}$	м	0,3
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пальника	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °С	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	5,5
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	6,5
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	2960

Розрахунок:

								Арк.
								42
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_u \cdot \eta} = 85,473 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_2 = V_2^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 6,8 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

$$\Delta v = \frac{(T_2 - T_{ог})}{0,33 \cdot G V_2 / (K_{cm} \cdot F) + 0,5} = 55,779^\circ\text{C},$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить 3,49°C/м

Середня температура димових газів:

$$T_{cp} = T_2 - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 192^\circ\text{C}$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_2 \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{cp}}{273} \right] = 0,275 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{гор} = \frac{V}{F_2} = 3,893 \text{ м/с},$$

де $F_2 = 0,07065 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{врт} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 3,893 \text{ м/с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_2 + 273} = 0,698 \text{ кг/м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

									Арк.
									43
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Твердопаливний котел №3. Аеродинамічний розрахунок – літо. Вихідні дані:

№	Найменування показника	Позн.	Од.вим.	Значення
1	Навантаження	Q	КВт	111,51
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$T_{в}$	°C	28,7
3	Температура димових газів тах (паспорт)	$T_{г}$	°C	220
4	Температура повітря навколо димохода	$T_{ов}$	°C	12
5	Коеф. теплопередачі стінок газохода	$K_{стг}$	квт/м ² °C	2,9
6	Коеф. теплопередачі стінок димової труби	$K_{стд}$	квт/м ² °C	2,9
7	Висота труби (від місця врізки)	H	м	13
8	Довжина газоходу від котла до котла	L	м	3
9	Швидкість вітру	$W_{в}$	м/с	1
10	Коеф. тертя для газохода	λ		0,02
11	Точка роси димових газів	$T_{р}$	°C	40
12	ККД котельної установки	η		0,78
13	Еквівалентний діаметр газоходу (газохід 325x325)	$D_{г}$	м	0,3
14	Діаметр димової труби	$D_{т}$	м	0,3
15	Коеф. надлишку повітря пальника	α		1,2
16	Об'ємна теплоємність димових газів	$C_{г}$	квт/м ² °C	5,018
17	Теоретичний об'єм продуктів згорання	V	м ³ /м ³	5,5
18	Теоретична необхідна кількість повітря	V	м ³ /м ³	6,5
19	Нижча теплота згорання	$Q_{н}$	ккал/нм ³	2960

Розрахунок:

								Арк.
								45
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Втрата палива котельнею:

$$G = \frac{Q}{Q_u \cdot \eta} = 41,440 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_2 = V_2^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 6,8 \text{ нм}^3/\text{год}$$

Вистигання димових газів по всьому газовому тракту:

$$\Delta v = \frac{(T_2 - T_{ог.})}{0,33 \cdot G V_2 / (K_{cm} \cdot F) + 0,5} = 90,947^\circ\text{C},$$

виходячи з цього, вистигання газів на 1м газового тракту становить $5,68^\circ\text{C}/\text{м}$

Середня температура димових газів:

$$T_{cp} = T_2 - \frac{(L + H)\Delta t}{2} = 175^\circ\text{C}$$

Фактичний секундний об'єм продуктів згорання:

$$V = V_2 \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left[\frac{273 + T_{cp}}{273} \right] = 0,128 \text{ м}^3/\text{с}$$

Швидкість газів в газоході:

$$W_{гор} = \frac{V}{F_2} = 1,816 \text{ м}/\text{с},$$

де $F_2 = 0,07065 \text{ м}^2$

Швидкість газів у димовій трубі:

$$W_{врт} = \frac{4V}{\pi \cdot D_m^2} = 1,816 \text{ м}/\text{с}$$

Питома вага газів на горизонтальній ділянці:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_2 + 273} = 0,698 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

де γ_0 - питома вага димових газів при н.у. $\gamma_0 = 1,26$

Те ж на вертикальній ділянці:

$$\gamma_{врт} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{сер} + 273} = 0,769 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

									Арк.
									46
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Вид	звуження, ξ1	відкр. шибер, ξ2	"утка", ξ3	поворот, 90°, ξ5	поворот, 60°, ξ6	трійник, ξ4		вхід в трубу, ξ7	вихід з труби, ξ8
						прохід	поворот		
КМО	0,12	0,1	0,16	1,2	0,56	0,6	0,5	0,9	1,5
к-ть на гор. діл	0	1	0	2	0	1	1	0	0
к-ть на верт. діл	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Втрати тиску на горизонтальній ділянці:

$$\Delta p_{гор} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_z} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W_{гор}^2}{2g} \cdot \gamma_{гор} = 0,45 \text{ мм.в.ст.}$$

Втрати тиску на вертикальній ділянці:

$$\Delta p_{верт} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_m} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W_{верт}^2}{2g} \cdot \gamma_{сп} = 0,422 \text{ мм.в.ст.}$$

Повний аеродинамічний опір газового тракту: $0,87 \text{ мм.в.ст.}$

Самотяга димової труби:

$$H_c = H \cdot g \left[\gamma_{ну}^e \cdot \frac{273}{273 + T_e} - \gamma_0 \cdot \frac{273}{273 + T_{сп}} \right] = 5,12 \text{ мм.в.ст.}$$

де $\gamma_{ну}^e$ - питома вага повітря при н.у. 1,293

Висновок: самотяга газового тракту перевищує аеродинамічний опір на 4,250847 мм.в.ст.

Отже, самотяга димової труби перевищує загальний опір газового тракту більше, ніж на 20%, що є достатнім для відведення димових газів в атмосферу.

2.6. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В котельні, передбачаються наступні заходи енергозбереження:

- встановлено автоматизовані конденсаційні. Застосування систем утилізації вологих газів для підвищення енергозбереження в котельних установках дає низку технічних переваг, насамперед при її здійсненні використовується не лише фізична теплота газів, але й теплота конденсації пари, яка міститься в них, тому процес передачі тепла стає більш інтенсивнішим;

							Арк.
							47
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата		

- раціональний розподіл навантаження між котлами при одночасній роботі. Тобто можна впливати на енергозбереження в котельній, оскільки ККД котлів та витрати умовного палива, що залежать від продуктивності, індивідуальні для різних модифікацій котлів і термінів їхнього використання. Найвигідніший розподіл сумарного навантаження між котлами відбувається за умови рівності відносних приростів витрат палива.

- трубопроводи, арматура та газоходи ізолюються сучасними теплоізоляційними матеріалами;

- автоматично регулюються витрати природного газу, в залежності від теплових навантажень;

- мережні насоси обладнують частотним регулюванням;

- встановлюють вузол комерційного обліку газу.

3. Теплопостачання

										Арк.
										48
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

3.1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ

Основою проектування, будівництва, регулювання, налагодження та експлуатації систем тепlopостачання є розрахунок витрати теплоти. Для розрахунку системи тепlopостачання визначають витрату теплоти за певну одиницю часу.

Отримані вихідні дані:

- максимальне навантаження системи опалення $Q_{o\max} = 149,9\text{кВт}$;
- максимальне навантаження системи вентиляції $Q_{v\max} = 209,8\text{кВт}$;
- максимальне споживання системи ГВП (максимальний) $Q_{гвп\max} = 111,51\text{кВт}$;
- середнє споживання системи ГВП $Q_{гвп\text{сер}} = 54,21\text{кВт}$

Річна витрата теплоти на опалення будинку розраховується за формулою:

$$Q_o^p = k \cdot Q_{o\max} \cdot \frac{t_i - t_{on}}{t_i - t_o'} \cdot n_o = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 149,9 \cdot \frac{22 - (-1,1)}{22 - (-22)} \cdot 187 = 53 \text{ГДж}$$

де t_i – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_{on} – середня температура опалювального періоду, °С;

n_o – тривалість опалювального періоду, доб.;

k – коефіцієнт переведення одиниць вимірювань;

									Арк.
									49
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Річна витрата теплоти на вентиляцію визначаються:

$$Q_{\epsilon}^p = k \cdot Q_{\epsilon \max} \cdot \frac{t_i - t_{on}}{t_i - t_o'} \cdot n_o \cdot Z / 24 = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 209,8 \cdot \frac{22 - (-1,1)}{22 - (-22)} \cdot 187 \cdot 16 / 24 = 49,43 \text{ ГДж},$$

де Z – тривалість роботи системи вентиляції на протязі доби, год.,

Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання знаходиться:

$$Q_{h \max}^p = k \cdot (Q_{h \max} \cdot n_o + Q_{ch} \cdot (8400 - n_o)) = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot (111,51 \times 187 + 54,21 \times (8400 - 187 \times 24)) = 838,512 \text{ ГДж}$$

Сумарне розрахункове теплове навантаження на тепlopостачання, кВт, складає:

$$\Sigma Q = Q_{o \max} + Q_{\epsilon \max} + Q_{h \max} = 149,9 + 209,8 + 111,51 = 471,21 \text{ кВт}$$

Сумарна річна витрата теплоти дорівнює:

$$\Sigma Q_p = Q_o^p + Q_{\epsilon}^p + Q_{h \max}^p = 53 + 49,43 + 838,52 = 940,95 \text{ ГДж}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.

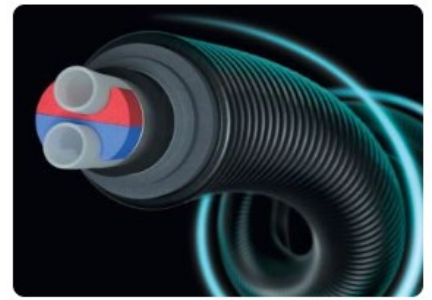
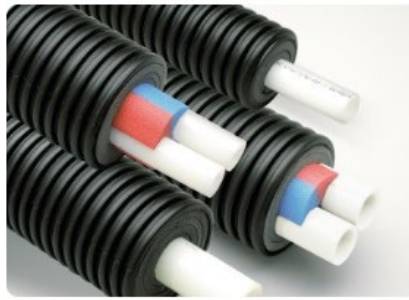
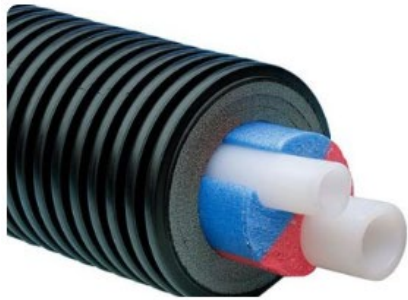
$Q_{o \max}$, кВт	$Q_{\epsilon \max}$, кВт	$Q_{h \max}$, кВт	ΣQ , кВт	Q_{op} , ГДж	Q_{pv} , ГДж	$Q_{ph \max}$, ГДж	ΣQ^p , ГДж
149,9	209,8	111,51	471,21	53	49,43	838,52	940,95

Далі визначаємо витрати теплоти залежно від температури зовнішнього повітря та заносимо їх у таблицю 2, користуючись для перерахунку навантажень системи опалення та вентиляції значенням відносного теплового потоку, яке знаходиться за формулою:

$$\bar{Q} = \frac{t_i - t_H}{t_i - t_o'}$$

де t_i – температура внутрішнього повітря, °С;

								Арк.
								50
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата			



В даних трубах використовується поліетилен марки PE-Xa, який надає трубам кращі вихідні властивості. Захисна труба має гофрований ребристий профіль, чим забезпечує високу еластичність та ступінь опору статичному навантаженню (жорсткість кільця). Такі труби легко прокладати за рахунок невеликого радіусу прогину при прокладці. Уквіт теплової мережі слід виконувати від будівель до дренажного колодязя.

Підключення системи опалення до джерела тепла виконано за залежною схемою зі змішуванням теплоносія і автоматичним якісним регулюванням теплоспоживання. В залежній схемі теплоносії надходить безпосередньо в опалювальні системи, адже система опалення гідравлічно пов'язана з тепловою мережею. Якісне регулювання теплоспоживання забезпечуються програмованим контролером, який за сигналом датчика температури зовнішнього повітря (t_n), визначає необхідну температуру теплоносія на вході в систему опалення, далі порівнює її з фактичною температурою, виміряної датчиком, і видає керуючий сигнал регулюючому клапану, змінюючи витрату первинного теплоносія.

3.3. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Гідравлічний розрахунок системи базується на загальних законах гідравліки.

Насамперед, вибирається раціональний варіант прокладки магістральних трубопроводів в залежності від особливостей місцевості.

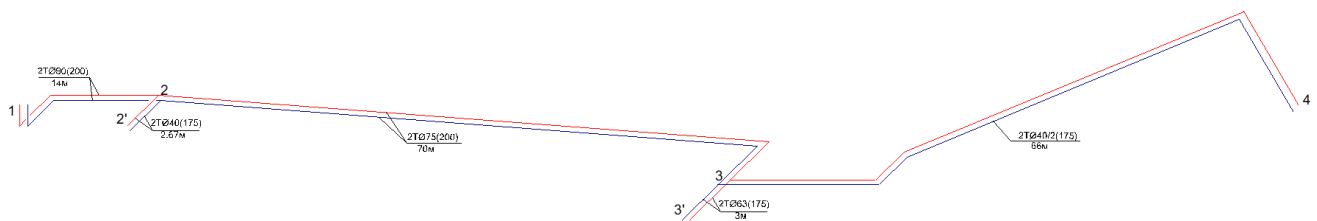
Задача гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж полягає у визначенні їх діаметрів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія, напорів в будь-якій точці

										Арк.
										53
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

мережі і в місцях приєднання споживачів, подачі та напору мережних насосів, а також ув'язка тисків у місцях відгалуження теплової мережі.

В проекті необхідно виконати гідравлічний розрахунок магістралі і відгалуження, або двох магістралей для опалювального і неопалювального періодів. Діаметри трубопроводів приймаються при розрахунку мереж у режимі роботи опалювального періоду.

За прийнятим рішенням розташування магістральних трубопроводів складається аксонометрична схема (рис.1.).



Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконується за методом еквівалентних довжин. Еквівалентна довжина ділянки дорівнює:

$$l_e = \alpha \cdot l,$$

де α - коефіцієнта місцевих втрат,

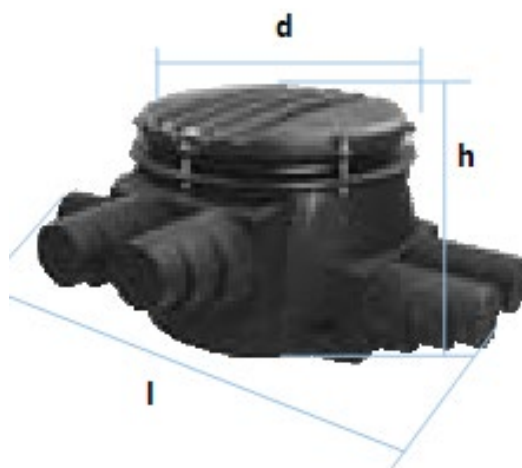
l – довжина ділянки по плану, м.

Питомі втрати тиску на тертя приймаються на основі техніко-економічних розрахунків. З відсутністю цих даних приймаємо їх в таких межах: для магістралі 40 – 80 Па/м; для відгалуджень - за наявним тиском, виходячи з умови рівності втрат тисків від джерела теплоти до кінцевих споживачів магістралі і відгалуження. При цьому питомі втрати не повинні перевищувати 300 Па/м, а швидкість теплоносія – 3,5 м/с. Діаметри трубопроводів теплових мереж, незалежно від розрахункової витрати теплоносія, приймаються не менше 32 мм. Діаметри подаючого та зворотнього трубопроводів двохтрубних теплових мереж при спільній подачі тепла на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання приймаються однаковими.

									Арк.
									54
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

3.4. ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

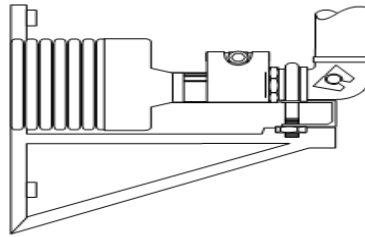
Система попередньо ізолюваних труб Уропог дозволяє з легкістю укомплектувати теплову мережу. В асортименті виробника є теплофікаційні камери які використовуються для підключення відгалуження. Теплокамери – це залізобетонні конструкції, через які прокладаються підземні комунікації. Утримуючи всередині тепло, теплові камери забезпечують якісне функціонування розташованих в них різних трубопроводів і, перш за все, теплотрас.



									Арк.
									56
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Компенсатори на трубопроводах не встановлюються, враховуючи схильність до розширення матеріалу РЕ-Ха, що призводить до мінімального лінійного подовження труб.

Вузол проходу через стіну.



Для розрахунку трубопроводів на самокомпенсацію температурних подовжень необхідно розрахувати одну з ділянок Г-подібного повороту траси на компенсацію температурних подовжень.

При розрахунку визначають:

- максимальну згинаючу напругу (співставляють її з допустимою для матеріалу трубопроводу, як дорівнює 71 МПа);
- бічні зміщення плечей Г-подібної ділянки (співставляють їх з відстанню “в світлі” між поверхнею ізоляції та стінкою каналу);
- силу пружної деформації.

Максимальні згинаючі напруження на ділянці з кутовою конфігурацією виникають в замуванні меншого плеча, МПа. Отже, :

$$\sigma = 1,5 \Delta L_k E d_n / (L^2_k \cos \beta) \cdot (1 + 1/n + (n+3)/(n(n+1))) \sin \beta = 4,32$$

де ΔL_k – подовження короткого плеча, м, $\Delta L_k = \alpha_l (\tau - t_0) L_k$;

α_l – коефіцієнт лінійного розширення, 1/К, при 80 °С $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-4}$;

τ – максимальна температура теплоносія в трубопроводі, °С;

d_n - зовнішній діаметр трубопроводу, м;

$\beta = \varphi - 90^\circ$; φ – кут повороту;

									Арк.
									57
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

$n=L_d/L_k$ відношення довжини довгого плеча до довжини короткого плеча;

E – модуль пружності, $E=350 \text{ Н/мм}^2$.

Розрахунок теплової ізоляції

Труби видів РЕ-Х/ПЕ із структурованого поліетилену з тепловою ізоляцією зі спіненого поліетилену і захисною гофрованою поліетиленовою оболонкою для мереж холодного і гарячого водопостачання та водяного опалення використовують для транспортування води з температурою, не вищою за 100°C , і тиском до $1,0\text{Мпа}$.

Трубопроводи цих видів - це багат шарові конструкції. В окремому шарі багат шарового трубопроводу поширення теплоти описується рівнянням теплопровідності в циліндричній системі координат:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 t}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0$$

Для поставленої задачі нам достатньо розглянути стаціонарний процес теплопровідності з граничними умовами на внутрішній $r = r_1$, $t = t_1$ і зовнішній $r = r_2$, $t = t_2$ поверхнях, які не залежать від координат φ . За цих умов рівняння залишається лише перші два члени і його можна подати в наступній формі:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t}{\partial r} = 0$$

Після проведення інтегрування з урахуванням граничних умов отримуємо загальний розв'язок у вигляді:

$$t(r) = t_1 + (t_2 - t_1) \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

Розподіл температурив у циліндричному шарі є логарифмічною функцією радіуса r . Тоді густина теплового потоку становитиме:

$$q_m = \frac{\lambda (t_1 - t_2)}{r \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{d}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$$

									Арк.
									58
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

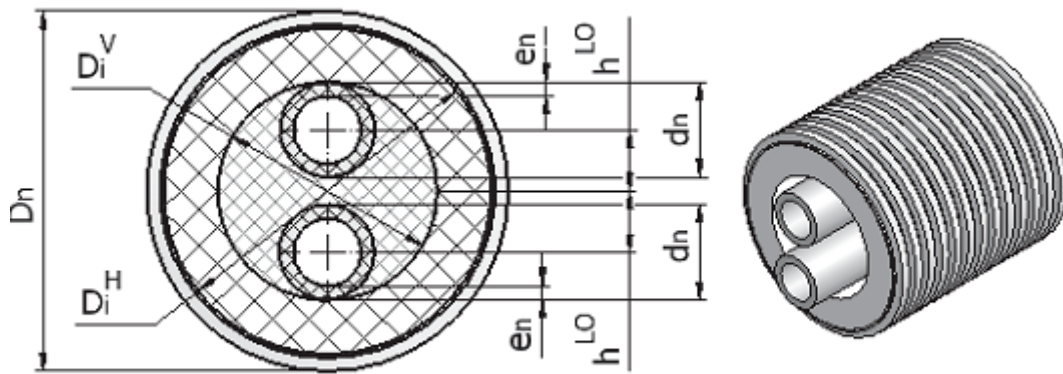


Рис. 3. Поперечний переріз труби PE-X insul PE-O-2

Питомі втрати теплоти багат шарового із n шарів трубопроводу визначаються:

$$q = \frac{t_{w1} - t_{w2} - 2t_{qr}}{2(r_{III} + r_k + r_{PE} + r_{qr} + r_{inf})},$$

де t_{w1} , t_{w2} - температура теплоносія в подавальному й зворотному трубопроводах.

Термічний опір провідної труби:

$$r_{III} = \frac{1}{2\pi\lambda_{III}} \ln \frac{d_{nIII}}{d_{nIII} - 2e_{nIII}},$$

Величиною термічного опору поліетиленової труби, як малої можна знехтувати.

Термічний опір одного метру одиничного попередньоізольованого трубопроводу, який прокладено безканальне, можна визначити як суму термічних опорів окремих труб за формулою:

$$r = r_k + r_{2p} \quad \text{м}^0\text{C/Вт}$$

де r_k і r_{2p} - відповідно термічні опори конструкції трубопроводу і ґрунту

$$r_{mp} = \sum_{i=1}^n r_i = \frac{1}{2\pi\lambda_{PE}} \sum_{i=1}^n \ln \frac{d_{zi}}{d_{ei}},$$

де λ_{PE} - коефіцієнт теплопровідності матеріалу труби,

d_{zi} , d_{ei} - відповідно зовнішній і внутрішній діаметр труб, що утворюють пакет.

Визначаємо тепловтрати предізольованої труби зовнішнім діаметром 200мм, $h_0 = 1\text{м}$

										Арк.
										59
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

$$r_1 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,98} \ln \left[\frac{200}{75} \right] = 0,159 \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$r_2 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,35} \ln \left[\frac{75}{61} \right] = 0,089 \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$r_k = 0,159 + 0,089 = 0,248$$

Термічний опір ґрунту:

$$r_{ep} = \frac{1}{2\pi\lambda_{ep}} \ln \left[\frac{2h_0}{D_{mp}} + \sqrt{\frac{4h_0^2}{D_{mp}^2} - 1} \right] \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

де λ_{ep} - теплопровідність ґрунту, $\lambda_{ep}=1,5$ Вт/(м °С).

$$r_{ep} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5} \ln \left[\frac{2 \cdot 1,4}{0,56} + \sqrt{\frac{4 \cdot 1,4^2}{0,56^2} - 1} \right] = 0,308 \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$r_k = 0,248 + 0,308 = 0,556 \quad m^\circ C/Bm$$

Умовний додатковий термічний опір, який враховує взаємний вплив сусідніх труб при двохтрубному прокладенні, знаходиться:

$$r_0 = \frac{1}{2\pi\lambda_{ep}} \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2h_0}{A} \right)^2} \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

де A - відстань між осями труб, м.

$$r_0 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5} \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot 1}{0,5} \right)^2} = 0,147 \quad \frac{m \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Питомі втрати подаючого та зворотного трубопроводів при двохтрубному прокладенні:

$$q_1 = \frac{(t_1 - t_{ep}) \cdot r_2 - (t_2 - t_{ep}) \cdot r_0}{r_1 \cdot r_2 - r_0^2} \quad \frac{Bm}{m^2}$$

$$q_2 = \frac{(t_2 - t_{ep}) \cdot r_1 - (t_1 - t_{ep}) \cdot r_0}{r_1 \cdot r_2 - r_0^2} \quad \frac{Bm}{m^2}$$

де t_1 і t_2 - температури теплоносія в подаючому і зворотному трубопроводах, °С.

									Арк.
									60
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

$$q_1 = \frac{(80-5) \cdot 0,556 - (60-5) \cdot 0,147}{0,556 \cdot 0,556 - 0,147^2} = 116,91 \quad \frac{Вт}{м^2}$$

$$q_2 = \frac{(60-5) \cdot 0,556 - (80-5) \cdot 0,147}{0,556 \cdot 0,556 - 0,147^2} = 48,57 \quad \frac{Вт}{м^2}$$

Отримані втрати не перевищують нормованих значень втрат тепла ізольованими трубопроводами водяних теплових систем при підземній безканалній прокладці:

$$q_1 = 121 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_2 = 50 \text{ Вт/м}^2.$$

3.5. РОЗРОБКА ІТП

Індивідуальні теплові пункти (ІТП)- це комплекс пристроїв, розташованих у відокремленому приміщенні. ІТП призначений для розподілу тепла, що надходить з теплової мережі до систем опалення, вентиляції або гарячого водопостачання приміщень відповідно до встановлених для цих систем видом та параметрами теплоносія.

ІТП допомагають не тільки розподіляти тепло, а й враховувати витрати на споживання тепла і забезпечувати економію енергоресурсів. Завдяки автоматичному регулюванню надання теплоти для систем опалення та інших систем ІТП підтримують комфортні умови в будівлі, при цьому економно витрачають енергоресурси відповідно до заданого розкладу та урахування температури повітря ззовні.

Від технічного стану ІТП залежить витрата тепла і ,відповідно, його вартість.

Індивідуальний тепловий пункт включає в себе:

- систему гарячого водопостачання (ГВП), призначену для забезпечення будинку гарячою водою;
- систему холодного водопостачання, що забезпечує необхідний тиск в системі водопостачання житлових приміщень;
- систему опалення, яка підтримує в приміщеннях задану температуру повітря;
- систему вентиляції, яка забезпечує підігрів повітря, що надходить у вентиляційні системи будівель.

									Арк.
									61
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Схема роботи ІТП

Індивідуальний тепловий пункт працює за наступною схемою.

Котельня віддає теплоносій (найчастіше- це вода) по трубопроводу в підігрівачі систем гарячого водопостачання та опалення в приміщення. Далі теплоносій йде в зворотний трубопровід і повертається на котельню для вторинного використання.

Система холодного водопостачання постачає воду споживачам за допомогою насосів. В ІТП відбувається її розподіл: одна частина йде в систему холодного водопостачання, інша переводиться в циркуляційний контур системи гарячого водопостачання для підігріву та подальшого розподілу гарячої води та опалення.

Індивідуальний тепловий пункт складається з багатьох пристроїв. Це вхідні і вихідні колектори, трубопроводи, насоси, теплообмінні апарати (теплообмінники), контрольно-вимірювальні прилади (КВП), терморегулятори та багато іншого.

3.6. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ІТП

ІТП споживач №2. Вихідні дані:

Теплова потужність системи опалення	98	кВт
Втрати тиску системою опалення	30	кПа
Теплова потужність системи вентиляції	70	кВт
Втрати тиску системою вентиляції	36	кПа
Теплова потужність системи тепла підлога	11	кВт
Втрати тиску системою тепла підлога	32	кПа
Теплова потужність системи теплопостачання фанкойлів	57	кВт
Втрати тиску системою теплопостачання фанкойлів	55	кПа
Теплова потужність системи теплопостачання ГВП	70	кВт
Втрати тиску системою теплопостачання ГВП	20	кПа
Температурний графік джерела тепла	80/6	°C

									Арк.
									62
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Вибір циркуляційних насосів та змішувальних трьохходових клапанів виконується спеціалізованими програмами, розробленими виробниками продукції у відповідності до витрати теплоносія та втрат тиску.

Розрахунок розширювального баку.

Розрахунок розширювального баку виконують для визначення його обсягу, мінімального діаметра приєднувального трубопроводу, початкового тиску газового простору та початкової експлуатаційного тиску в системі опалення.

Розширювальні баки в системі опалення необхідні не тільки для компенсації мінливого обсягу води, але й для поповнення незначних витоків теплоносія. В розширювальному баку передбачають деякий запас води, так званий експлуатаційний обсяг.

Підбір розширювального бака слід виконувати з урахуванням температури і тиску в місці підключення бака, які не повинні перевищувати максимально допустимих значень.

Обсяг розширювального бака повинен бути більшим або дорівнювати обсягу, отриманому в результаті розрахунку. Негативних наслідків від завищення обсягу, понад розрахункового немає.

Об'єм розширювального бака визначається за формулою:

$$V = (V_L \times E) / D,$$

де V_L – сумарний об'єм системи, л;

E – коефіцієнт розширення 0,0290;

D – ефективність мембранного розширення баку:

$$D = (P_V - P_S) / (P_V + 1),$$

де P_V – максимальний робочий тиск системи, бар;

P_S – тиск зарядки мембранного розширювального баку, бар.

$$D = (3 - 0.5) / (3 + 1) = 1,25$$

$$V = (1,48 \times 10^3 \times 0,029) / 1,25 = 34,33 \text{ л}$$

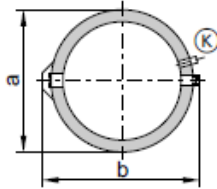
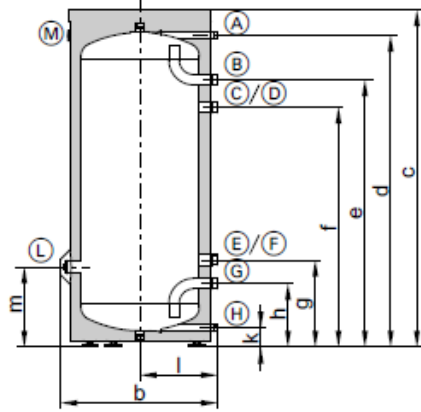
Вибираємо розширювальний бак Reflex NG 35.

									Арк.
									63
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Розміри отворів, призначених для подачі на місце встановлення

Фактичні розміри ємнісного водонагрівача можуть незначно відрізнятись через допустимі відхилення на виробництві.

Розміри



- (A) Видалення повітря
- (B) Подаюча магістраль опалювального контуру 1
- (C) Подаюча магістраль опалювального контуру 2
- (D) Клемна система 1 для кріплення занурювальних датчиків температури на кожусі ємності з кріпленнями для 3 занурювальних датчиків температури
- (E) Зворотня магістраль опалювального контуру 2
- (F) Клемна система 2 для кріплення занурювальних датчиків температури на кожусі ємності з кріпленнями для 3 занурювальних датчиків температури
- (G) Зворотня магістраль опалювального контуру 1
- (H) Спорожнення
- (K) Клемні системи для кріплення занурювальних датчиків температури на кожусі ємності з кріпленнями для 3 занурювальних датчиків температури
- (L) Муфта Rp 1½ для електронагрівальної вставки ENE
- (M) Термометр

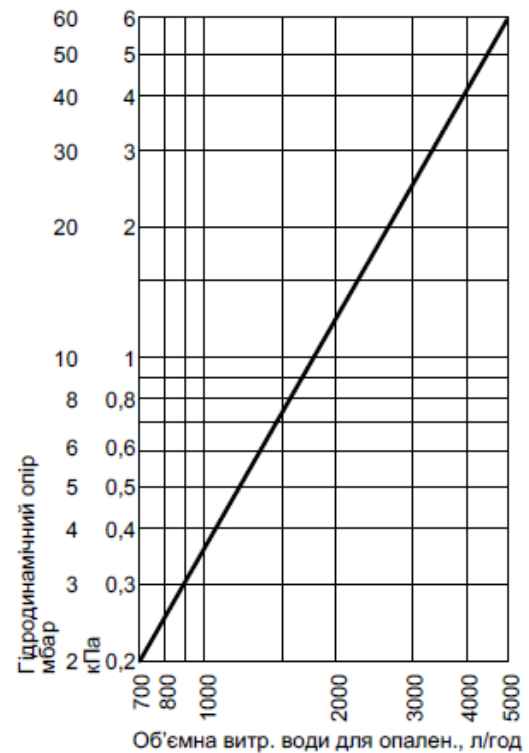
Розміри

Об'єм ємності	л		200
Довжина (∅)	a	мм	582
Ширина	b	мм	640
Висота	c	мм	1333
	d	мм	1260
	e	мм	1078
	f	мм	978
	g	мм	359
	h	мм	259
	k	мм	77
	л	мм	317
	m	мм	319

Технічні характеристики

Тип	SVWA	
Об'єм ємності	л	200
(АТ: фактичний об'єм води)		
Доп. температура подаючої магістралі опалювального контуру	°C	110
Доп. робочий тиск контуру опалення	бар МПа	3 0,3
Розміри		
Довжина a (∅)	мм	582
Ширина b	мм	640
Висота c	мм	1333
Кантувальний розмір	мм	1436
Маса (з теплоізоляцією)	кг	59
Підключення (зовнішня різьба)		
Подаюча і зворотня магістраль ОК	R	1¼
Спорожнення/видалення повітря	R	¾
Витрати тепла на підтримання готовності	кВтт/24 г	1,39
Клас енергоефективності		B
Колір		Срібний "Vitosilber" перлинно-білий "Vitopearlwhite"

Гідродинамічний опір опалювального контуру



ξ

						Арк.
						66
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	

3.7. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

На кожному об'єкті будівництва при введенні його в експлуатацію повинна розроблятися і впроваджуватися система технічного обслуговування та ремонтів, яка має запобіжний характер.

Організацію технічного обслуговування, ремонтів і контролю за їх проведенням здійснює адміністративно-технічний персонал, за яким закріплено устаткування, яке підлягає ремонту.

Технічне обслуговування включає в себе обов'язкові контрольні огляди, випробування, регулювання, налагодження, очищення, змащування устаткування, нескладну заміну деталей, що вийшли з ладу, усунення різних дрібних дефектів та перевірку дотримання вимог експлуатаційних інструкцій. Порядок організації та проведення контрольного огляду визначається відповідальною особою. Результати оглядів заносяться в журнал дефектів.

На всі види ремонтів складаються річні та місячні графіки планово-попереджувальних ремонтів, затверджені технічним керівником. Під час поточного ремонту повинна відновлюватися працездатність установок та устаткування. Замінюють або відновлюють окремі їхні частини для забезпечення нормальної експлуатації теплових установок і мереж до наступного ремонту з номінальною потужністю, продуктивністю й економічністю.

Технічне діагностування теплових установок і мереж.

На місці встановлення устаткування повинен бути організований постійний та періодичний контроль (діагностування) технічного стану устаткування теплових установок, мереж, будівель і споруд. Періодичність контролю установлює технічний керівник. Результати контролю фіксують в спеціальному журналі.

Технічне діагностування теплових установок і мереж охоплює комплекс заходів для визначення їх технічного стану.

Завданням технічного діагностування полягає у:

- визначенні фактичного технічного стану устаткування (справне чи несправне, працездатне чи непрацездатне);

								Арк.
								67
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

4.1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА ОПИС СИСТЕМИ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Для створення комфортних умов для людей в проєктованих приміщеннях передбачено кондиціонування повітря другого класу. Системи кондиціонування працюють постійно лише у робочий час.

В розрахунках прийняті нормовані, відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, оптимальні параметри внутрішнього повітря в приміщеннях, облаштованих системами кондиціонування:

• температура:	теплий період року	23 ÷ 25	°С
	холодний період року	20 ÷ 22	°С
• вологість	(відносна)	30 ÷ 60	%
• рухливість повітря	на робочих місцях	0,3	м/сек

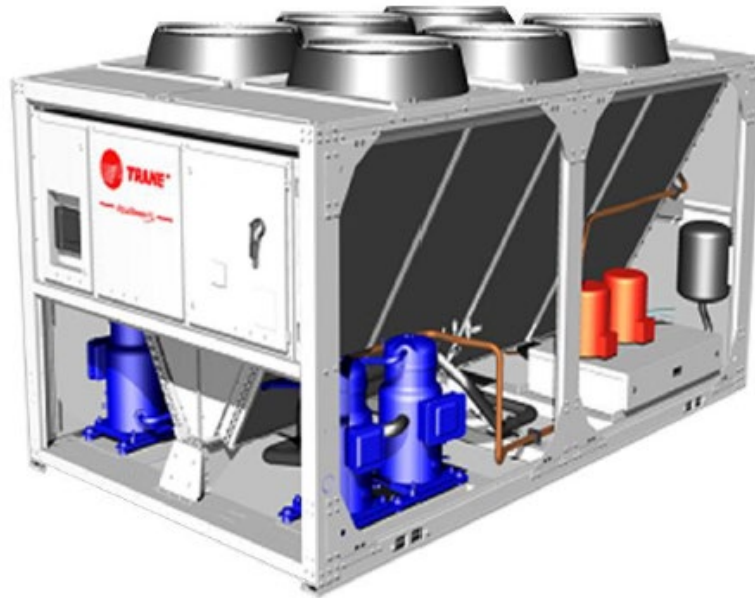
Параметри зовнішнього повітря в розрахунках, відповідно до вимог п. 2.14 ДБН В.2.5-67:2013, прийняті нижчі за нормовані параметри «Б»: температура на 2°С та ентальпія на 2 кДж/кг.

До комплексу системи кондиціонування, яка має забезпечувати підтримання наведених вище параметрів повітря в приміщеннях, входить наступне обладнання:

- генератори холоду – холодильна машина з сезонним інвертором, одновинтовим компресором з безступеневим інверторним регулюванням, з повітряним охолодження приготування холодоагенту (хладон “R 410A”) для місцевих приладів охолодження повітря;
- центральні кондиціонери – припливно-витяжні вентиляційні установки з секціями водяних випаровувачів;
- місцеві прилади для охолодження повітря – місцеві доводчики холоду «фенкойли»;
- розподільча трубна система подавання носія холоду – розчин етиленгліколю 40% (7/12 °С) з арматурою відключення і регулюючими приладами;
- проміжний теплообмінник – розчин етиленгліколю 40% (7/12 °С)/ вода (10/15).

									Арк.
									70
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Основною задачею при виборі джерела холодопостачання було віддалення від житлових будинків, а також узагальнення навантаження. Таким чином було прийняте джерело холоду – холодильна машина «чиллер».



Така система забезпечує можливість:

- централізованого кондиціонування приміщень;
- приєднання до джерела як місцевих доводчиків холоду, так і охолоджувачів центральних кондиціонерів;
- нагріву або охолодження рідини-теплоносія, який транспортується по трубах.

Процес зміни температури повітря відбувається так: повітря через забірні отвори надходить всередину пристрою і продувається за допомогою вентилятора через теплообмінник, набуваючи при цьому необхідну температуру. При наявності підключеної припливної вентиляції, потік може «розбавлятися» свіжою порцією повітря з вулиці.

Переваги даної системи:

- довільна конфігурація, тобто кількість кінцевих водяних споживачів холоду обмежена тільки холодопродуктивною потужністю чилера.

									Арк.
									71
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

- «зосередженість» холодильного агрегату в одному місці дозволяє використовувати меншу площу приміщень, а також зберігає авторський вигляд фасаду будівлі без зовнішніх блоків кондиціонерів.

- можливість значного віддалення чилера від охолоджуваних приміщень завдяки високій теплоємності теплоносія і якісній теплоізоляції труб. При використанні в якості холодоагенту газу, таким параметром похвалитися не можна.

- відносно низька вартість монтажу і матеріалів магістральної розводки, яка виконується із звичайних труб. Відповідно, використовується аналогічна запірно-регулююча апаратура та пристрої автоматики.

- екологічна чистота установки, так як використовується рідкий теплоносій, то аварійні ситуації загрожують тільки затопленням приміщень. Небезпечний для здоров'я холодоагент знаходиться в газоподібному стані тільки в контурі чилера.

- можливість комбінованого використання з системою опалення та вентиляції припливно-витяжного типу.

- можливість визначення індивідуального режиму для окремого приміщення.

- просте обслуговування фанкойлів - переважно очистка фільтрів.

До складу фанкойла входять:

- теплообмінник (один або два), який передає тепло від носія повітря;
- вентилятор електричний, який здійснює циркуляцію повітря;
- блок фільтрації повітря, яке поступає;
- пульт управління (вбудований, віддалений або дистанційний);
- додаткові (опціональні) аксесуари - муфти з'єднувальні, засоби тепло- і звукоізоляції,

піддон дренажний та ін.

Типи фанкойлів зображені нижче.



									Арк.
									72
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

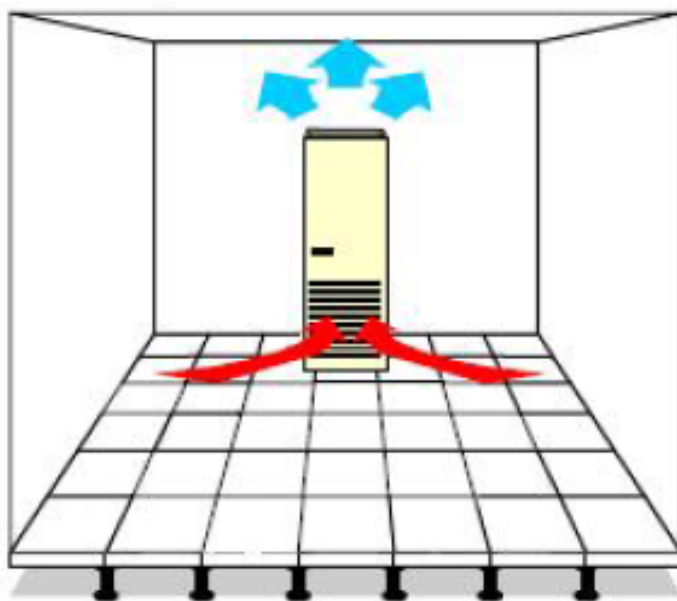
Настінний

Касетний

Канальний

Підлогово-стельовий

Для приміщення серверної необхідно запроектувати прицевий кондиціонер (рис нижче). В зв'язку з віддаленою площадкою для встановлення зовнішніх блоків необхідно передбачити водяне охолодження для конденсатора.



Прецизійні кондиціонери є різновидом кондиціонерів шафового типу. Вони обладнані різними типами систем мікропроцесорного управління і здатні підтримувати в приміщенні, що обслуговується не тільки точні параметри по температурі, але і по відносній вологості, рухливості повітря. Апарати здатні контролювати і утримувати в заданих межах дуже точні параметри навколишнього середовища в приміщенні, в якому вони встановлені. Зокрема, точність підтримки певної температури повітря у прецизійного кондиціонера становить плюс-мінус один градус за Цельсієм, що є досить точним показником.

Прецизійні кондиціонери - нове покоління вискоєфективних шафових кондиціонерів, розроблене на основі принципу модульної побудови кондиціонерів, дає змогу задовольнити будь-які вимоги щодо холодопродуктивності та інших параметрів мікроклімату для

								Арк.
								73
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

високотехнологічних середовищ. Кондиціонери цієї серії можуть використовуватися в будь-яких приміщеннях, де є дефіцит місця для розміщення обладнання, завдяки найкращим у галузі масо-габаритним показникам. Рециркуляція повітряних потоків може бути організована з використанням фальшпідлоги або спеціальних розподільчих плenumів, що розташовуються вгорі або внизу внутрішнього блоку. Здатність вбудованих вентиляторів створювати надлишковий тиск, до 420,Па, дає змогу використовувати ці кондиціонери з мережею розподільних повітропроводів.

Точна підтримка вологості забезпечується електродним парогенератором, що забезпечує стерильну пару. Необхідність підтримки вологості пояснюється зростанням збоїв і відмов електроніки при рівнях відносної вологості нижче 40%, через накопичення зарядів статичної електрики в сухому повітрі.

Використання нового прямопривідного вентилятора, що має крильчатку особливої форми, з можливістю роботи з різною швидкістю в поєднанні зі спеціально розробленою повітряною камерою дає змогу отримати низькі шумові характеристики.

Зовнішні блоки поставляються в низькошумному виконанні, що дає змогу розташовувати їх навіть поблизу спеціалізованих медичних і дитячих установ.

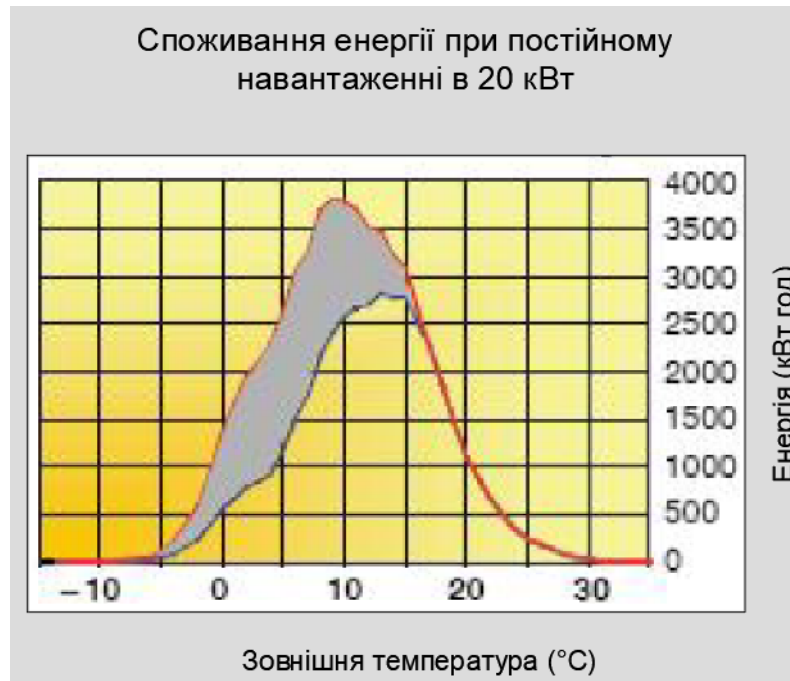
Пристрій НРМ гарантує низьке споживання електроенергії (на 35% менше за звичайні моделі) і низьку вартість експлуатації, плюс додаткова перевага у вигляді зниження витрат на технічне обслуговування. Новий контролер iCOM забезпечує повне управління і моніторинг. За допомогою графічного інтерфейсу можлива повна візуальна перевірка роботи системи, дистанційний контроль через додатковий конвертор Hirolink. Стандартні опції дають змогу організувати розсилку SMS з інформацією про стан блоків на зазначені номери телефонів.

Пристрої НРМ розроблено таким чином, що на місці встановлення їх можна швидко підключити та змонтувати. Доступ до всіх внутрішніх вузлів забезпечено з фронтального боку, що значно скорочує тривалість візитів технічного персоналу, який виконує регламентні роботи.

У блоках версій S і M реалізована можливість одночасного використання режимів безпосереднього охолодження (DX) і природного охолодження - фрикулінгу (FC).фрикулінгу (FC). У цьому разі повітря, перш ніж пройти через змієвик випарника, попередньо охолоджується в змієвику природного охолодження. Завдяки такій схемою роботи в холодну

										Арк.
										74
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

пору року значно зростає економія енергії, оскільки для охолодження використовується різниця температур всередині та зовні приміщення. Крім того, зростає загальна потужність охолодження. того, зростає загальна потужність охолодження, що дає змогу задовольняти пікові потреби в охолодженні.



4.2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ

Теплонадходження від людей

Теплонадходження людини складаються з віддачі явного і прихованого тепла і залежать в основному від тяжкості виконуючої роботи, температури і швидкості руху оточуючого повітря, а також від теплозахисних властивостей одягу.

Теплонадходження від людей визначаються за формулою:

$$Q_l = q_n \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.12.)$$

де q_n - кількість теплоти, що виділяється однією людиною, приймаємо згідно [4], Вт/люд
 n - кількість людей в приміщенні, за технічним завданням $n=540$ чол.

В даному випадку люди, що перебувають у будинку, виконують легку роботу.

										Арк.
										75
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

Теплий період року:

$$q_n=147 \text{ Вт/люд}$$

$$Q_n=147 \times 12= 1764 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення

Кількість тепла, що надходить в приміщення від джерел штучного освітлення, однакова у теплий та холодний періоди та визначається за проектною потужністю освітлювачів. При цьому вважають, що вся енергія, яка втрачається на освітлення переходить в тепло, яке нагріває повітря приміщення. Згідно завдання в даній роботі використано люмінесцентні лампи переважно відбитого світла, з розподіленням струмینی світла вниз.

Теплонадходження від джерел освітлення визначаємо за наступною формулою:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}$$

де E – освітленість робочих поверхонь, лк, приймаємо за табл.2.3. [7], $E=200$ лк;

F – площа підлоги приміщення, m^2 , $F=764$ m^2 ;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення від ламп, Вт/ m^2 ·лк, визначаємо за [7], $q_{осв}=0,094$ Вт/ m^2 лк;

$\eta_{осв}$ – доля теплоти, що надходить в приміщення, для люмінесцентних ламп $\eta_{осв}=0,45$

Отже, тепловиділення в приміщенні від освітлення будуть складати:

$$Q_{осв} = 200 \times 764 \times 0,094 \times 0,45 = 8612 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від сонячної радіації.

Теплонадходження від сонячної радіації розрізняють як теплонадходження крізь освітлення та через покриття. У випадку, коли перекриття суміщене з покриттям (у випадку без горища) надходження сонячної радіації є сумою кількості теплоти, що надходить від освітлення світлових прорізів і кількості теплоти, що надходить через покриття:

$$Q_{с.р.} = Q^s_{с.р.} + Q^n_{с.р.}, \text{ Вт}$$

В роботі використовується склопакет з одним енергозберігаючим склом, термічний опір якого складає $R=0,909$ $m^2K/Вт$ (за даними інституту фізики):

									Арк.
									76
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Теплонадходження через світлові прорізи та перекриття

Вся площа вікон опромінюється прямою сонячною радіацією (затемнення відсутні):

$$Q_{c.p.}^s = F_{np} \cdot q_{c.p.}^{np} \cdot K, \text{ Вт}$$

де F_{np} – сума площ, м^2 , світлових прорізів;

$q_{c.p.}^{np}$ - питомі теплонадходження, $\text{Вт}/\text{м}^2$, за рахунок сонячної радіації через світлові прорізи;

K_I – коефіцієнт забруднення вікон = 0,8.

$$Q_{c.p.}^s = F_{nep} \cdot q_{c.p.}^{nep}, \text{ Вт}$$

де F_{nep} – площа, м^2 , перекриття;

$q_{c.p.}^{nep}$ - питомі теплонадходження через перекриття, $\text{Вт}/\text{м}^2$,

У розрахунках $q_{c.p.}^{np}$ та $q_{c.p.}^{nep}$ береться в залежності від орієнтації прорізу відносно сторін світу, типу та характеристики засклення прорізу, а також географічної широти розташування об'єкту.

Для вікон на широті 52° півн. шир. – при орієнтації на південь $q_{num}=352 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{год})$, при орієнтації на північ $q_{num}=129 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{год})$, при орієнтації на захід $q_{num}=99 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{год})$, при орієнтації на схід $q_{num}=530 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{год})$.

Вікно орієнтоване на захід.

Площа вікна $F_{заскл}=110 \text{ м}^2$

Підставляючи дані в формулу отримаємо

$$Q_{c.p.}^s = 99 \times 110 \times 0,8 = 8712 \text{ Вт}$$

Вікно орієнтоване на північ.

Площа вікна $F_{заскл}=55 \text{ м}^2$

$$Q_{c.p.}^s = 129 \times 55 \times 0,8 = 5676 \text{ Вт}$$

Вікно орієнтоване на схід.

Площа вікна $F_{заскл}=44 \text{ м}^2$

$$Q_{c.p.}^s = 530 \times 44 \times 0,8 = 18656 \text{ Вт}$$

									Арк.
									77
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Вікно орієнтоване на південь.

Площа вікна $F_{заскл} = 56 \text{ м}^2$

$$Q_{c.p.}^s = 352 \times 56 \times 0,8 = 15770 \text{ Вт}$$

Сумарні теплонадходження від сонячної радіації через вікна будуть дорівнювати:

$$Q_{c.p.}^s = 8712 + 5676 + 18656 + 15770 = 48814 \text{ Вт}$$

Для 52° пн.ш. $q^{nep}_{cp} = 13,9 \text{ Вт}$;

$$Q^{nep}_{c.p.} = 13,9 \cdot 393 = 5463 \text{ Вт}$$

Знаходимо сумарні теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{c.p.} = 48814 + 5463 = 54277 \text{ Вт}$$

Теплонадходження у приміщення через огорожувальні конструкції за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{c.p.} = k \times (t_z - t_{вн}) \times n \times A, \text{ Вт}$$

де k - коефіцієнт теплопередачі ($k = 1/R$), $\text{Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, який для стін дорівнює 0,45;

t_z - температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

$t_{вн}$ - температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

n - коефіцієнт, що враховує орієнтацію огорожуючих конструкцій відносно сторін світу;

A - площа огорожувальних конструкцій.

$$Q_{c.p.} = 0,45 \times (35 - 24) \times 1,2 \times 625 = 3712,5 \text{ Вт}$$

Отже, витрати холоду на охолодження зовнішнього повітря складають 37700 кВт.

Теплонадходження від обладнання згідно технічного завдання складають 3455 Вт

Загальні витрати холоду складають $Q_x = 109\,520,0 \text{ Вт}$.

4.3. ПІДБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ.

									Арк.
									78
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Вибір циркуляційного насосу виконується за допомогою спеціалізованої програми Wilo, у відповідності до втрат тиску та витрат холодоносія, що складають 7,4м та 19,6 м³/год відповідно.

Підбір холодильної машини

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ (модель СХАМ 52 SE CAP)

Номін. продуктивність установки 52 тонн

Тип рідини - етиленгліколь

Виконання установки – стандартне

Концентрація 40,00 %

Варіант шумоізоляції повний пакет

Тем-ра замерзання-23,78 С

Холодоагент R410A

Коеф-т забруднення випар. 0,017615 m²-deg C/kW

А-зважений рівень звукової потужності - 81 dBA

Рівень звукового тиску 49 dBA

Потужність (Gross) 109,00 kW

Варіант застосування – стандартне (від 5,5С до 18С)

Ефективність при повному навантаженні (Gross): 2,55

Витрата рідини 5,99 L/s

ESEER (Gross) 4,24

Втрати тиску 53,0 kPa

Споживана потужність 42,73 kW

Втрати тиску на фільтрі (по воді) 53,0 kPa

Тем-ра окруж. повітря 35,00 С Мін. витрата рідини 2,70 L/s

Тем-ра рідини на вході 10,00 С

Втрати тиску (мін. витрата) 8,8 kPa

Тем-ра рідини на виході 5,00 С Макс. витрата рідини 8,10 L/s

Втрати тиску на випарнику включно з водяним фільтром

									Арк.
									80
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Втрати тиску (макс. витрата) 72,8 kPa

Продуктивність у режимі нагрівання (Gross) – 126,94 kW

Ефективність у режимі нагрівання (Gross) – HP: 3,22

Споживана потужність у режимі нагрівання – HP: 39,44 kW

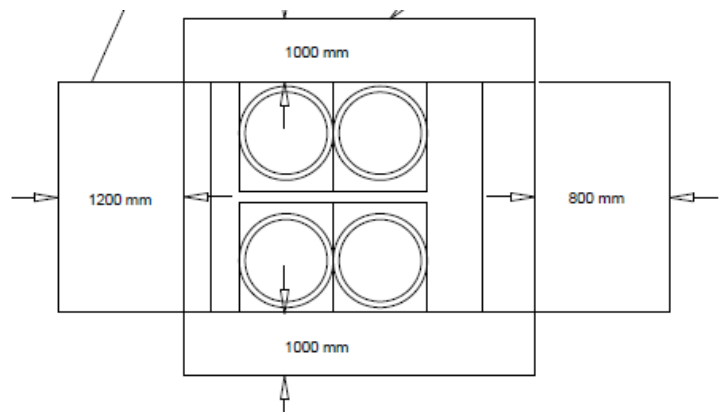
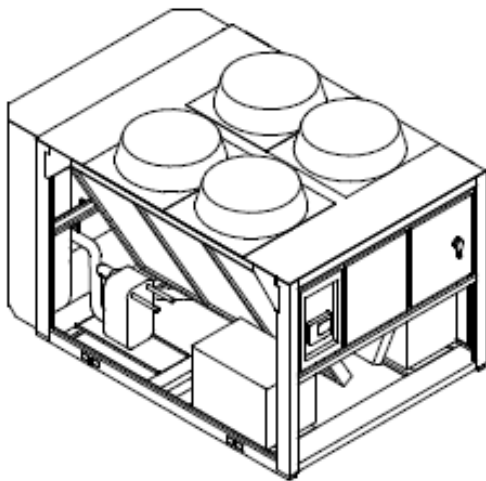
Тем-ра оточ. повітря в режимі нагріву – HP: 7,00 C

Тем-ра рідини на вході в режимі нагрівання : 39,88 C

Тем-ра рідини на виході в режимі нагріву: 45,00 C

Витрата рідини в режимі нагрівання – HP: 5,99 L/s

Втрати тиску в режимі нагрівання – HP: 40,7 kPa



Підбір прецизійного кондиціонера

Вихідні дані:

Відстань між внутрішнім блоком та зовнішнім - 150 м;

Перепад висот – 2 м;

Температура 20-25 °C

Вологість 40-60%.

Теплонадходження від обладнання 10 кВт.

100% резервування.

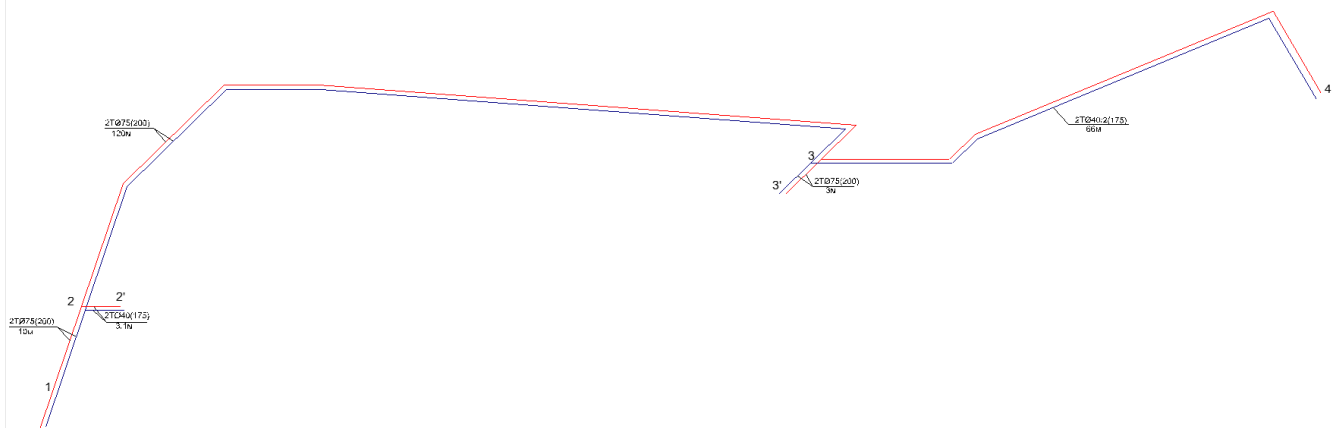
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата

Арк.

81

відгалужень - по наявному тиску, виходячи з умови рівності втрат тисків від джерела теплоти до кінцевих споживачів магістралі і відгалуження. При цьому питомі втрати не повинні перевищувати 300 Па/м, а швидкість холодоносія – 3,5 м/с. Діаметри трубопроводів, незалежно від розрахункової витрати холодоносія, приймають не менше 32 мм. Діаметри подаючого та зворотнього трубопроводів двохтрубних мереж приймають, як правило, однаковими.

Після трасування мережі (рис. 2) визначають розрахункову магістраль, що має найбільшу довжину від джерела теплоти до кінцевого споживача.



Нумерують всі ділянки: спочатку основної магістралі, а потім відгалужень. Втрати тиску на ділянці визначаються за формулою:

$$\Delta P_i = R_i \cdot (l + l_e) = R_i \cdot l \cdot (l + \alpha),$$

де R_i – питома втрата тиску, Па/м.

Сумарні втрати тиску визначають зростаючим підсумком від джерела теплоти до кінцевого споживача:

$$\Delta P_{tot} = \sum_{i=1}^n \Delta P_i,$$

де n – кількість ділянок, ΔP_i – втрати тиску на i – й ділянці.

Результати заносяться до таблиці. Гідравлічний розрахунок вважається задовільним, якщо втрати тиску від джерела холоду до кінцевих споживачів головної магістралі та відгалужень відрізняються, не більш ніж на 10%.

Результати гідравлічного розрахунку

									Арк.
									83
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

№-№	Витрата G, кг/с	ДіамD *s, мм	Геом. довж. l, м	Екв. довж. l _е , м	Прив довж. l _{пр} , м	Швидкість м/с	Питомі втрати тиску, Па/м	Втрати тиску на діл., кПа	Сумар. втрати тиску, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	5,25	75x6,8	10	6	16	1,74	339,66	5,43	0,543
2-3	4,63	75x6,8	120	72	192	1,53	280,90	53,93	5,937
3-4	0,62	40x3,7	66	27,72	93,72	0,64	155,14	14,54	7,391
відгалуження									
2-2'	0,67	40x3,7	3,1	0,992	4,092	0,77	131,80	0,539	0,054
3-3'	4,01	75x6,8	3	1,8	4,8	1,33	226,75	1,088	0,109

4.5. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Переваги системи чилер-фанкойл.

1. Велика гнучкість при кондиціонуванні великої кількості приміщень. До одного чиллеру можна підключати велику кількість фанкойлів, а також теплообмінників центрального кондиціонера або припливної вентиляційної установки. Кожен споживач може працювати практично незалежно один від одного: змінювати режим роботи, включатися або відключатися.

2. Можна задавати не тільки загальний тепловий режим всієї системи чилер-фанкойл, але і регулювати режим роботи кожного фанкойла з виносного пульта управління або вмонтованого в фанкойл, або встановленого на стіні приміщення.

3. Можна поступово нарощувати потужність споживача, що дозволяє вводити об'єкт в експлуатацію поступово, окремими етапами.

4. Гранична відстань між чиллером і фанкойлом не лімітується, а визначається можливостями насосної станції та теплоізоляцією трубопроводів.

Особливості експлуатації.

Управління режимами роботи системи здійснюється як централізовано, так і індивідуально. Для правильної та надійної експлуатації обладнання повинно бути під контролем кваліфікованих фахівців, тобто системам кондиціонування чилер-фанкойл періодично потрібно сервісне обслуговування. Особливості впровадження системи: кондиціонування чилер-фанкойл складається з декількох етапів:

									Арк.
									84
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

- формування завдання,
- огляд об'єкта,
- проектування та підбір обладнання,
- розробка технічної документації,
- постачання обладнання,
- монтаж та запуск.

Монтаж систем кондиціонування чиллер-фанкойл вимагає додаткового обладнання: насоси, теплообмінники, акумуляторні баки, запірні арматури та ін. Монтаж досить трудомісткий, однак впровадження подібного обладнання виправдано його високою продуктивністю.

Сервісне обслуговування та монтаж кондиціонерів необхідно завжди починати з визначення базових параметрів установки, можливостей та режиму експлуатації обладнання. Кондиціонери необхідно підбирати у відповідності до площі приміщення, що обслуговується. Кондиціонери прецизійного типу дозволяють підтримувати температурно-вологісний баланс на точно заданому рівні, володіють високим робочим ресурсом і розраховані на десятирічний період безперервної експлуатації. Такі системи призначені для стабільної, цілорічної роботи у великому діапазоні температур, відрізняючись економним енергоспоживанням.

Управління прецизійним кондиціонером здійснюється, зазвичай, у віддаленому режимі, а система управління інтегрується з системою диспетчеризації обслуговуваних приміщень .

									Арк.
									85
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

5.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Автоматика відноситься до галузі теоретичних і прикладних знань про автоматично діючі пристрої та системи.

Термін «автоматика» походить від грецького слова «automatos», що в перекладі означає «самодіючий». Відповідно, пристрій виконує покладені на нього завдання самостійно, без втручання людини.

Технічні пристрої, яким передаються різні функції процесу управління, називаються автоматичними або пристроями автоматизації.

Під терміном автоматизація розуміється перетворення неавтоматичних процесів в автоматичні за допомогою методів і засобів автоматизації.

Під автоматизацією котельні розуміється забезпечення бажаного режиму роботи систем за допомогою засобів автоматизації. Ступінь використання цих засобів визначає, чи є автоматизація повною, комплексною або частковою.

У разі повної автоматизації обслуговуючий персонал не потрібен, а його завдання обмежуються регулярним моніторингом роботи системи та усуненням будь-яких пошкоджень.

У разі повної автоматизації робота системи постійно контролюється обслуговуючим персоналом.

При частковій автоматизації автоматизуються окремі системи або їх частини.

									Арк.
									87
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Згідно з чинними нормами та правилами експлуатація котелень без автоматики не допускається

Залежно від функцій, що виконуються автоматичними пристроями, розрізняють такі основні види автоматизації:

- 1) вимірювання і регулювання,
- 2) сигналізація,
- 3) управління
- 4) регулювання
- 5) захист.

Автоматичне вимірювання і контроль дозволяє здійснювати безперервний, періодичний контроль кількісних і якісних показників технологічного процесу за допомогою вимірювальних приладів..

Технологічна сигналізація використовується для інформування обслуговуючого персоналу (операторів, диспетчерів) про стан технологічного обладнання та відхилення від контрольованих параметрів.

Сигналізація може подаватися у вигляді світлових і звукових сигналів, а також інформації. Розрізняють такі види сигналізацій:

- попереджувальна: сигналізує про час введення системи в експлуатацію, початок технологічного процесу тощо.

- виконання: використовується для контролю виконання команд оператора.

У разі виникнення несправності у виробничому процесі, аварійне повідомлення надсилається обслуговуючому персоналу.

Автоматичне управління дозволяє запускати і зупиняти котли, насоси, вентилятори, витяжки та інші подібні технічні пристрої. Залежно від ступеня участі людини у вмиканні та вимиканні, автоматичне управління поділяється на напівавтоматичне та автоматичне.

									Арк.
									88
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

У першому випадку автоматичний пристрій активується натисканням кнопки або поворотом ручки, а управління здійснюється або з пульта управління (дистанційне управління), або безпосередньо біля приладу (місцеве управління).

У другому випадку режим роботи контролюється імпульсами, що надходять від датчиків. Прикладом такої функції є автоматичне включення підкачувального насоса в разі перебоїв у водопостачанні.

Автоматичне управління призначене для підтримки заданих технологічних режимів з необхідною точністю протягом певного періоду часу без необхідності втручання людини.

Залежно від способу вимірювання регульованої величини розрізняють системи автоматичного стабілізаційного регулювання, системи програмного регулювання та системи моніторингу.

У системах стабілізації регульована величина є постійною, у системах програмного керування вона змінюється за заздалегідь визначеною закономірністю, а в системах моніторингу вона також змінюється, хоча закономірність зміни не відома заздалегідь. Завдання системи полягає в тому, щоб стежити за контрольованою величиною при зміні регульованої змінної.

Автоматичний захист - це захід для запобігання пошкодженню системи в разі виникнення аварійної ситуації. У разі виникнення аварійної ситуації процеси, контрольовані пристроями автоматичного захисту, наприклад, процес горіння, зупиняються шляхом переривання подачі газу. Крім того, для усунення небезпеки вживаються інші заходи, наприклад, відкриваються запобіжні клапани для зниження тиску в котлі.

Системи автоматичного захисту, контролю та сигналізації в котельнях взаємопов'язані між собою. Спочатку подається сигнал про відхилення контрольованого параметра від заданого значення. При перевищенні допустимого значення спрацьовує автоматичний захист, в результаті чого припиняється подача газу. Також видається відповідний сигнал.

Метою цього етапу проекту є повна автоматизація процесу роботи котельні для забезпечення надійного та безперебійного постачання тепла споживачам.

									Арк.
									89
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

Обсяг оснащення технологічного процесу регулюючими, контрольно-вимірювальними та вимірювальними приладами, а також склад, зміст і порядок підготовки, узгодження та затвердження проектно-кошторисної документації відповідають нормативним документам, чинним в Україні.

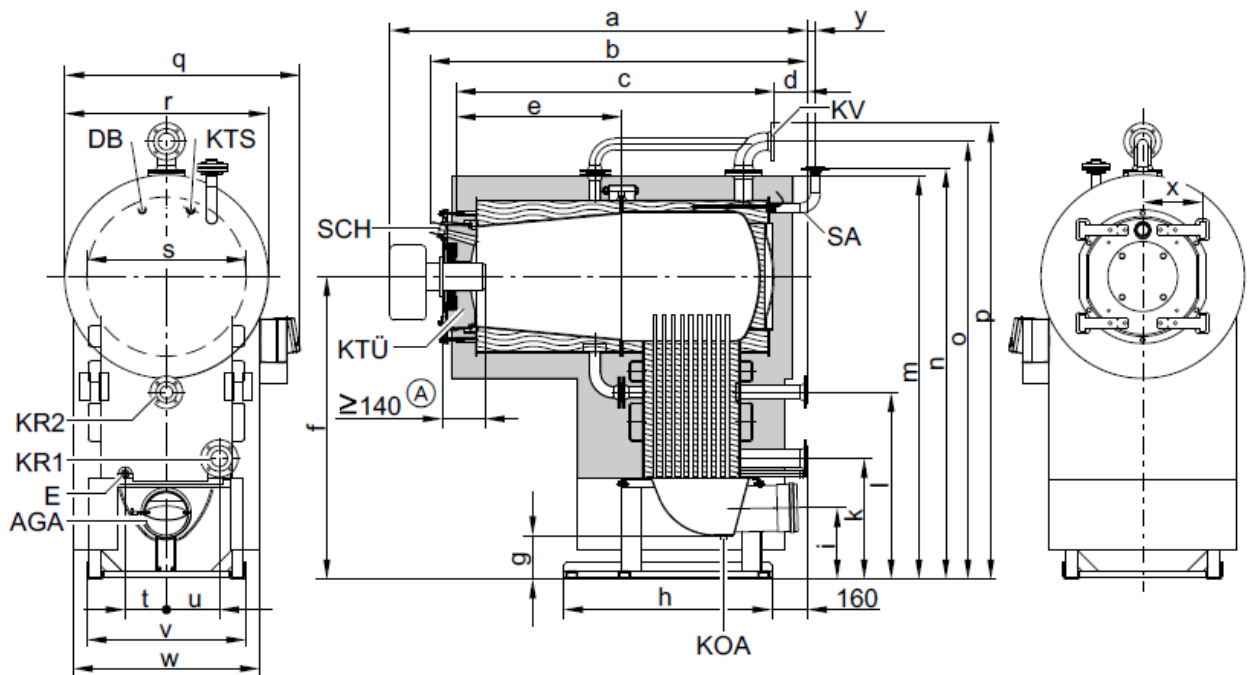
Система автоматизації базується на наступних принципах:

1. параметри, контроль яких необхідний для коректного протікання процесу в заданих режимах роботи, контролюються пристроями індикації.
2. параметри, зміна яких може призвести до аварійної ситуації, контролюються приладами з пристроєм сигналізації.
3. параметри, які повинні відповідати заданим значенням, контролюються і підтримуються контролерами.

5.2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Котельня обладнана газовими котлами Viessmann Vitocrossal.

									Арк.
									90
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				



Для забезпечення справної роботи дотримуватись необхідної мінімальної довжини полум'яної голови пальника.

AGA Збірник газів, що йдуть

DB Муфта R ½ для пристрою обмеження тиску

E Патрубок спорожнення

KOA конденсатовідвідник

KR 1 Зворотна магістраль котла 1

KR 2 Зворотня магістраль котла 2

KTS Датчик температури котла

KTÜ Двері котла зі сполучним фланцем пальника

KV Магістраль, що подає, котла

RG Муфта R ¾ для додаткових регулювальних пристроїв

SA Патрубок аварійної лінії (запобіжний клапан)

SCH Огляд отвір (водогрійні котли потужністю 187- 314 кВт: зміщення на 90 °)

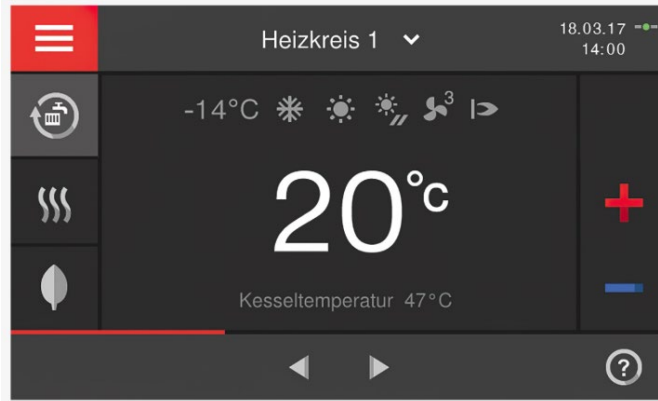
Котли поставляються з пальниками та системами автоматизації (щити управління, датчики). Проектом передбачено доповнення систем захисту та блокування котлів датчиками,

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Арк.

91

які блокують роботу в разі підвищення температури димових газів та тиску газу (для котлів Vitocrossal). В рамках автоматичного управління виробництвом теплової енергії планується встановлення блоку управління Vitotronic 300, який дозволяє здійснювати каскадне управління котлами Vitocrossal і використовувати метод «погодного управління».



Метод погодного регулювання базується на подачі теплової енергії в теплову мережу, при цьому вирішальним фактором є відповідна температура зовнішнього повітря. Блоки управління Vitotronic 300 мають вбудований комунікаційний модуль з інтерфейсом LAN/WiFi для обслуговування та дистанційного керування. Подовжувач змішувача для двох опалювальних контурів зі змішувачем є частиною стандартної поставки для Vitotronic 300

Зовнішній датчик температури повинен бути встановлений на північній або північно-західній стіні котельні на висоті 2,5 метра над підлогою і захищений від прямих сонячних променів.

Котли постачаються газом через підключення до газопроводу низького тиску, який подається від газорозподільної станції. Газопровід обладнаний швидкодіючим запірним клапаном і запірною арматурою.

Сигналізатор газу VARTA 1-03.14 призначений для контролю і сигналізації про підвищення концентрації метану вище допустимої норми, а також для управління запірним клапаном.

									Арк.
									92
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				



Газоаналізатор "Варта 1-03.14П" стаціонарний, промисловий призначений для безперервного та автоматичного контролю в повітрі приміщень та відкритих просторах:

1) концентрацій горючих газів:

- метану (CH₄) та природного газу;
- концентрацій пропан-бутану (C₃H₈);
- гексану (пар бензину);
- водню (H₂);
- концентрацій чадного газу, окису вуглецю (CO);
- концентрацій аміаку (NH₃);
- температури.

2) видачі світлової та звукової сигналізації при перевищенні встановлених концентрацій газів у контрольованій зоні;

3) подання електричних сигналів на зовнішні виконавчі пристрої, а також комутації зовнішніх електричних кіл.

Варта 1-03.14 має низку переваг у порівнянні з іншими газоаналізаторами:

- мікропроцесорна система обробки інформації, і навіть самодіагностики;
- інтегрована світлова та звукова сигналізація на кожен вимірювальний канал;
- природний спосіб надходження повітря контрольованого середовища до чутливого елемента вимірювання концентрації газу напівпровідникового сенсору приладу;

								Арк.
								93
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Проектом передбачено дистанційний моніторинг об'єкта, що забезпечує постійну присутність обслуговуючого персоналу. Також запланована аварійна зупинка кожного котла.

Відповідно до алгоритму управління котлом Vitocrossal, система автоматизації Vitotronic 100 відключає котел при заданих параметрах.

Підвищення тиску води на виході з котла, зниження тиску води на виході з котла, підвищення температури на виході з котла, зниження негативного тиску в системі димовидалення, згасання полум'я, падіння/підвищення тиску газу, падіння тиску повітря, відключення електроенергії і збій в роботі модуля управління є основними показниками для аварійного відключення.

5.3. ПРИНЦИП РОБОТИ

Цей розділ проекту виконується на основі конкретного завдання і включає автоматизацію автономної системи опалення. Система автоматичного керування та регулювання відповідає вимогам ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні» та забезпечує захист котла при наступних умовах:

- при зниженні тиску газу перед пальником;
- при зниженні тиску повітря перед пальником;
- при погасанні полум'я в топці котла;
- при підвищенні тиску димових газів;
- при підвищенні температури води;
- при зникненні напруги живлення.

В автоматичному режимі керування котлами здійснюється системою автоматики Riello. Пульти керування з'єднуються в систему каскадного регулювання. За допомогою двох контролерів серії HAWK здійснюється автоматичне управління та сигналізація роботи інженерного обладнання. Всі аналогові та дискретні сигнали контролю, управління, регулювання та сигналізації відповідних систем виводяться на контролери.

									Арк.
									95
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				

При аварійному значенні будь-якого з параметрів, які контролюються, видається сигнал в схему аварійної сигналізації та вимикається котлоагрегат. Причина аварійного вимкнення фіксується та схема деблокуються тільки після усунення аварійної ситуації.

Передбачаються наступні системи регулювання технологічних процесів:

- за допомогою регулятора-стабілізатора тиску підтримується тиск газу в газовій рампі ;
- регулюється температура води;
- регулюється співвідношення "паливо"- "повітря".

Кожен з пари насосів може бути резервним або робочим в залежності від програми, яка закладена в контролері. При виході з ладу робочого насосу автоматично вмикається резервний для продовження роботи по заданій програмі. При цьому несправний насос вимикається. Щоб підтримувати постійний перепад тиску в системі опалення при змінній витраті, циркуляційні насоси опалення вибираються з електронним регулюванням частоти обертів електродвигуна. Циркуляційні насоси опалення, опалення FC, повітряних завіс працюють впродовж всього опалювального сезону постійно.

В автоматизацію насосів в котельні передбачено:

- ручний та автоматичний режими керування насосами;
- при аварійній зупинці робочого насосу автоматичний запуск резервного мережного насосу з сигналізацією аварії на щиті керування;
- захист насосів від сухого ходу та контроль роботи мережних насосів.
- автоматичне увімкнення насосів при включенні котлів.

Вузли регулювання температури подавальної води в системах опалення працюють за температурним графіком, які вводяться в контролери програмним шляхом.

Принцип автоматичного регулювання температурних параметрів - кількісний. Тому, що впливаючи на регулювальний клапан, який встановлено на подавальному трубопроводі води з тепломережі до теплообмінника, змінюється кількість води, яка протікає через первинний

									Арк.
									96
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

контур. Отже, таким чином у відповідності до закладеної в контролер програми змінюється температура води вторинного контуру.

За допомогою регуляторів тиску прямої дії здійснюється підживлення системи опалення.

Система автоматичного управління і регулювання багатofункціональна та дозволяє :

- регулювати температуру теплоносія відповідно до заданої температури;
- регулювати температуру теплоносія відповідно до часу доби та дня тижня;
- регулювати температуру теплоносія відповідно до температурного графіку з компенсацією по температурі зовнішнього повітря.

Система управління має високу гнучкість апаратної та програмної частини. Це дозволяє легко адаптувати її до великої різноманітності теплових процесів в регулюванні.

В даному проекті передбачені засоби автоматизації комплектного постачання з відповідним технологічним обладнанням. Такі засоби дозволяють:

- керувати (вмикати/вимикати);
- сигналізувати (увімкнений/вимкнений);
- захищати при перевантаженні;
- автоматично вводити резерв;
- автоматично змінювати - резервний;
- здійснювати керування за таймером;
- керувати по технологічній установці.

Також проектом передбачено виведення наступних сигналів на диспетчерській пульта, що встановлено в приміщенні з постійною присутністю чергового персоналу:

- тиск води після котла низький;
- температура повітря в котельні низька;
- температура води після котла висока;
- загазованість;
- тиск газу на вході в котельню високий;

								Арк.
								97
Зм.	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата			

- тиск газу на вході в котельню низький;
- загальний сигнал "Відмова" системи автоматики;
- газовий клапан спрацював;
- пожежа;
- зникнення основного живлення;
- взлом.

Автоматика безпеки котлів, яка забезпечує припиненні подачі палива, передбачена для безпечної експлуатації котельні при:

- несправності ланцюгів захисту;
- припиненні подачі електроенергії;
- погашенні факелу пальника, відхилення технологічних параметрів від заданих граничних значень.

Проектом передбачається при надходженні сигналу "ПОЖЕЖА" відсічка газу в котельню від системи контролю пожежі.

Про відхилення від нормального режиму роботи та про його зупинення сповіщає система сигналізації безпеки котельні.

В котельні все обладнання та газоходи необхідно обладнати запобіжними та вибуховими клапанами, передбачати заходи по їхній безпечній експлуатації.

Котельня має бути обладнана системою захисного занулення (заземлення) з метою захисту людей від ураження електрострумом внаслідок пошкодження ізоляції.

									Арк.
									98
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Список використаної літератури

1. ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
2. ДБН В.2.5-39:2008. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
4. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкція будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».
6. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».
7. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»
8. ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».
9. ДБН А.2.2.3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
10. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».
11. ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання»
12. ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».
13. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».
14. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної та робочої документації».
15. ДСТУ Б А.2.4-12:2009 «Правила виконання робочої документації тепломеханічних рішень котельень».
16. ДНАОП 0.00-1.11-98 «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води».

									Арк.
									99
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Телефон
Телефакс

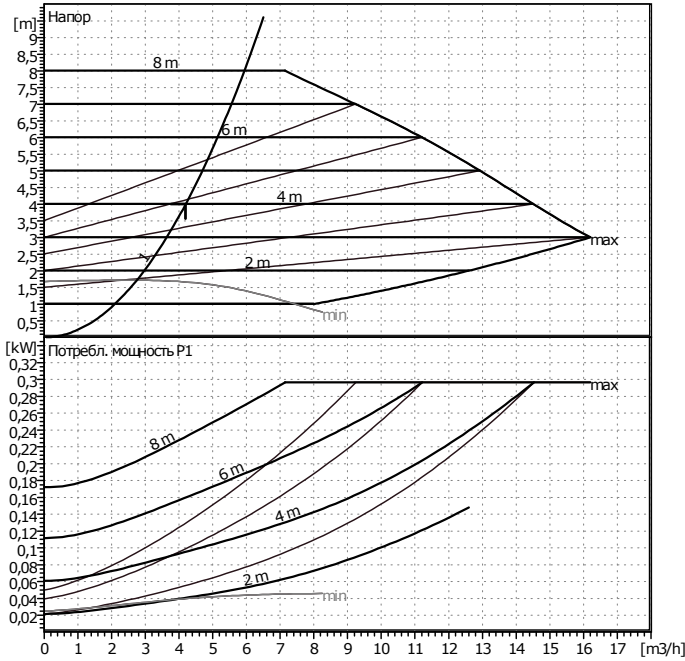
Stratos 40/1-8 CAN PN 6/10
Установка: высокоэффективный насос Premium



Клиент
№ клиента --
Ответственный
Редактор

Проект
№ проекта 1
Поз. №
Локальный
Дата 14/04/15

Страница 2 / 2



Данные запроса

Расход 4,2 м³/ч
Напор 4 м
Перекачиваемая среда Вода, чистая
Температура жидкости 80 °C
Плотность 0,9717 kg/dm³
Кинематическая вязкость 0,3576 мм²/с
Давление пара 0,4731 bar

Данные насоса

Производитель WILO
Тип Stratos 40/1-8 CAN PN 6/10
Вид агрегата Насос
Вид работы dp-c
Ступень ном. Давления PN10
Мин. температура жидкости 10 °C
Мак. температура жидкости 110 °C

Данные гидравлики (рабочая точка)

Расход 4,2 м³/ч
Напор 4 м
Потребл. мощность P1 0,0953 kW

Мин. давление на входе

Температура	50	95	110		°C
Мин. давление на входе	3	10	16		m

Материалы / уплотнение

Корпус насоса EN-GJL 250
Рабочее колесо Армир. стекловоол. PPS
Вал X 46 Cr 13
Подшипник Металлографит

Размеры

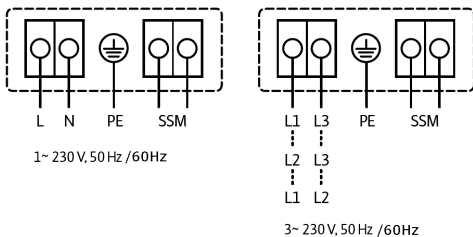
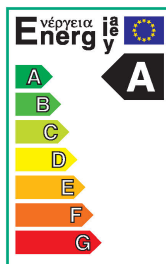
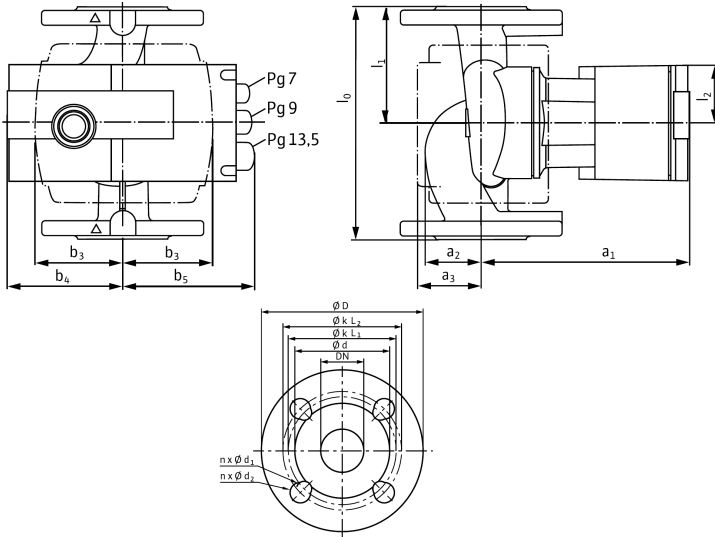
		mm					
a1	203	b5	120	d	84	k2	110
a2	53	l0	220	D	150		
a3	63	l1	110	dL1	14		
b3	82	l2	55	dL2	19		
b4	106	n	4	k1	100		

Всасывающая сторона DN 40 / PN10
Напорная сторона DN 40 / PN10
Вес 9,5 kg

Данные мотора

Класс энергоэффективности A
Ном. мощность P2 200 W
Потребл. мощность P1 310 W
Ном. число оборотов 4800 1/min
Ном. напряжение 1~ 230 V, 50 Hz
Макс. потребление тока 1,37 A
Вид защиты IP X4D
Допустимый перепад напряжения +/- 10%

Арт.№ стандартного исполнения 2090454



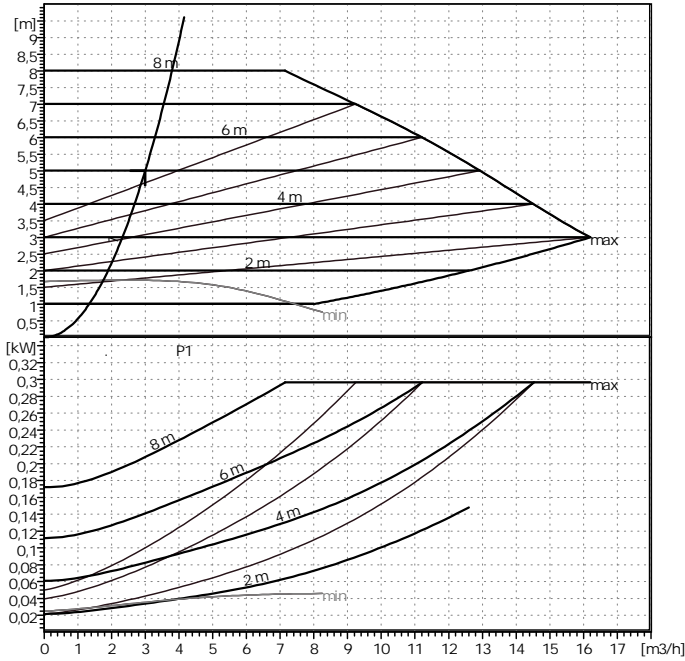
Stratos 40/1-8 CAN PN 6/10

Premium



14/04/15

3 / 3

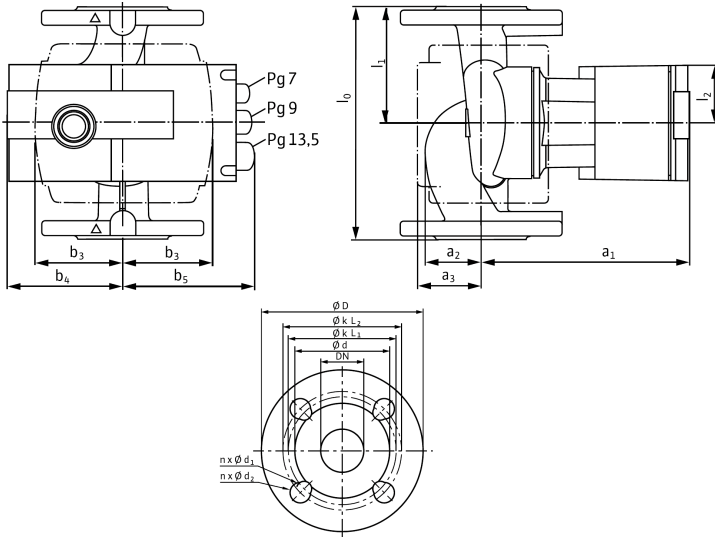


3 m³/h
5 m
80 °C
0,9717 kg/dm³
0,3576 mm²/s
0,4731 bar

WILO
Stratos 40/1-8 CAN PN 6/10

Max. dp-c
PN10
-10 °C
110 °C

()
3 m³/h
5 m
P1 0,11 kW

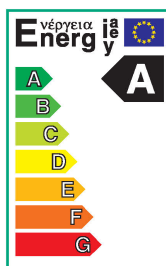
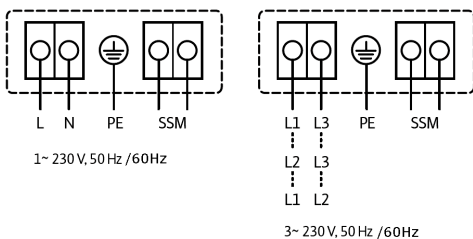


	50	95	110		°C
	3	10	16		m

EN-GJL 250
X 46 Cr 13 PPS

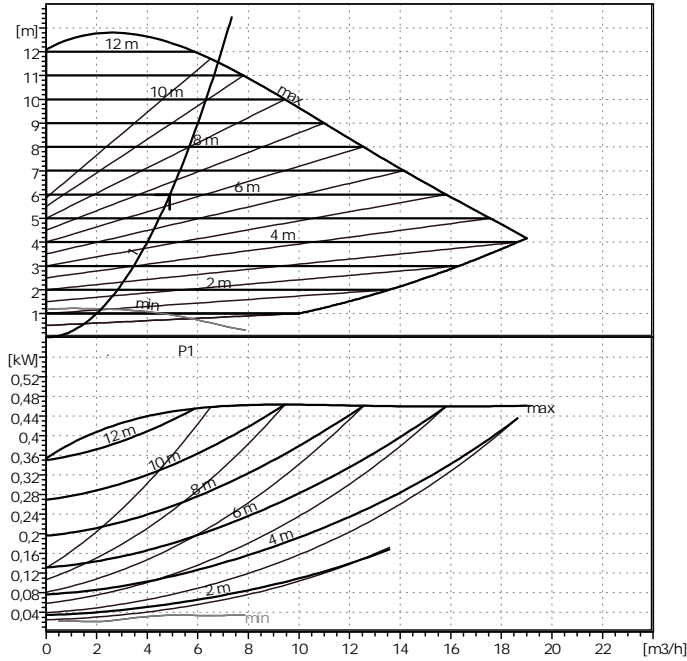
mm							
a1	203	b5	120	d	84	k2	110
a2	53	l0	220	D	150		
a3	63	l1	110	dL1	14		
b3	82	l2	55	dL2	19		
b4	106	n	4	k1	100		

DN 40 / PN10
DN 40 / PN10
9,5 kg



2
P1
A
200 W
310 W
4800 1/min
1~ 230 V, 50 Hz
1,37 A
IP X4D
+/- 10%

2090454

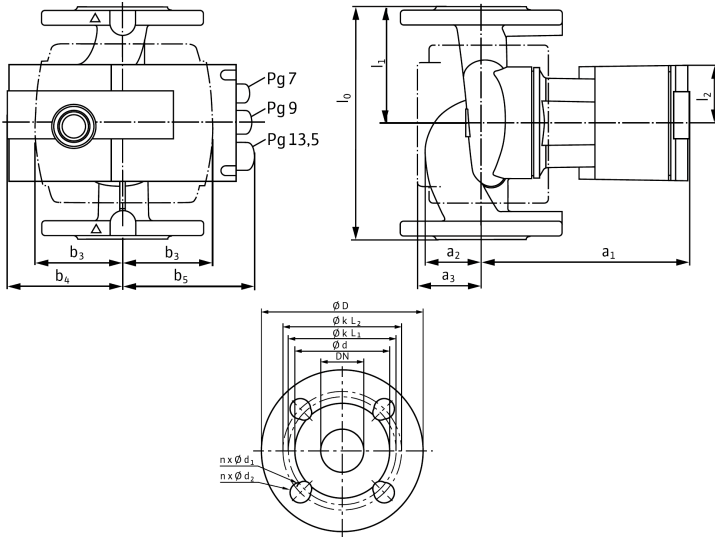


4,9 m³/h
6 m
50 °C
0,9881 kg/dm³
0,5478 mm²/s
0,1247 bar

WILO
Stratos 40/1-12 CAN PN 6/10

Max. dp-c
PN10
-10 °C
110 °C

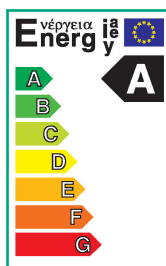
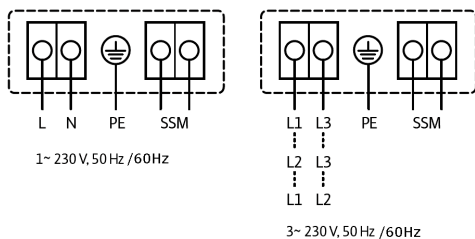
()
4,9 m³/h
6 m
P1 0,179 kW



EN-GJL 250
X 46 Cr 13 PPS

mm							
a1	252	b5	136	d	84	k2	110
a2	62	l0	250	D	150		
a3	84	l1	125	dL1	14		
b3	96	l2	66	dL2	19		
b4	120	n	4	k1	100		

DN 40 / PN10
DN 40 / PN10
14 kg



2
P1
A
350 W
470 W
4600 1/min
1~ 230 V, 50 Hz
2,05 A
IP X4D
+/- 10%

2090455

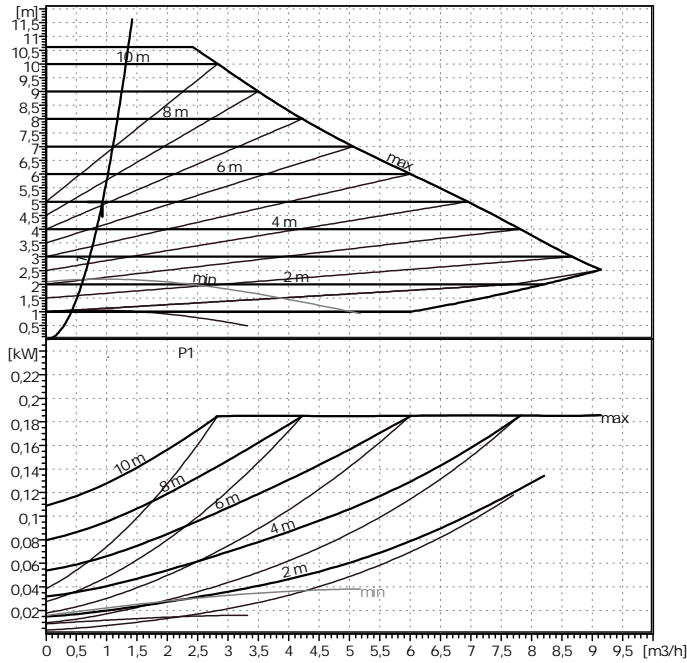
Stratos 25/1-10 CAN PN 10

Premium



14/04/15

6 / 6



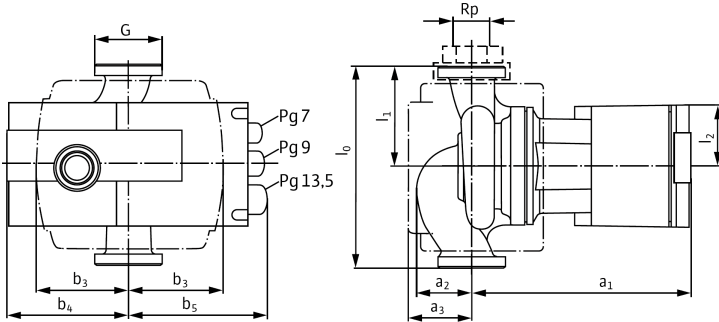
0,93 m³/h
5 m
50 °C
0,9881 kg/dm³
0,5478 mm²/s
0,1247 bar

WILO
Stratos 25/1-10 CAN PN 10

Max. dp-c
PN10
-10 °C
110 °C

()
0,93 m³/h
5 m
P1 0,052 kW

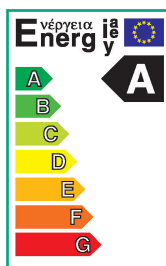
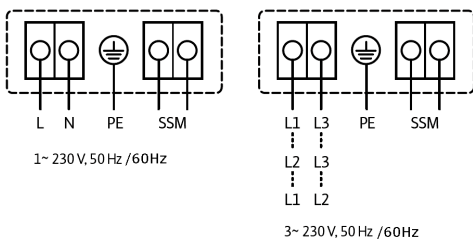
50	95	110		°C
3	10	16		m



EN-GJL 200
X 46 Cr 13 . PPS

mm							
a1	182	b5	114				
a2	43	l0	180				
a3	56	l1	90				
b3	76	l2	49				
b4	89	G	25				

Rp 1/G 1 1/2 / PN10
Rp 1/G 1 1/2 / PN10
4,1 kg



2
P1
A
140 W
190 W
4450 1/min
1~ 230 V, 50 Hz
1,3 A
IP X4D
+/- 10%

2103615

Stratos 40/1-4 CAN PN 6/10

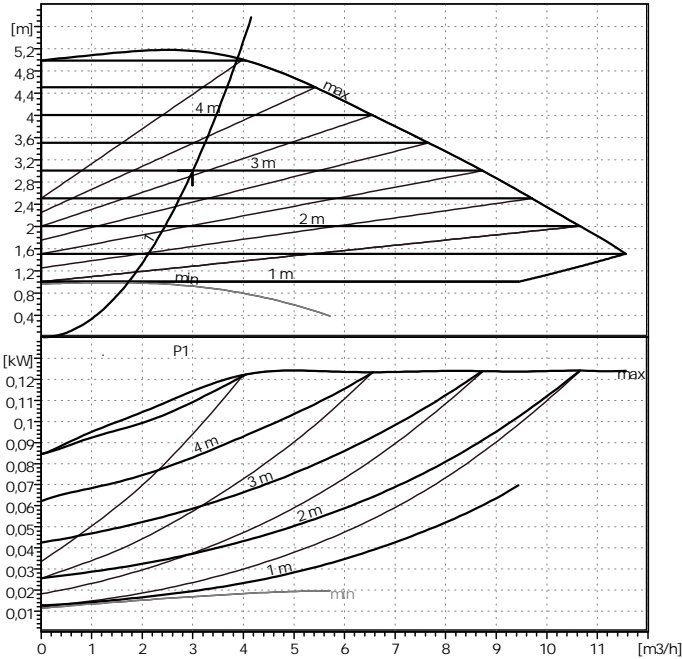
Premium



1

14/04/15

10 / 10

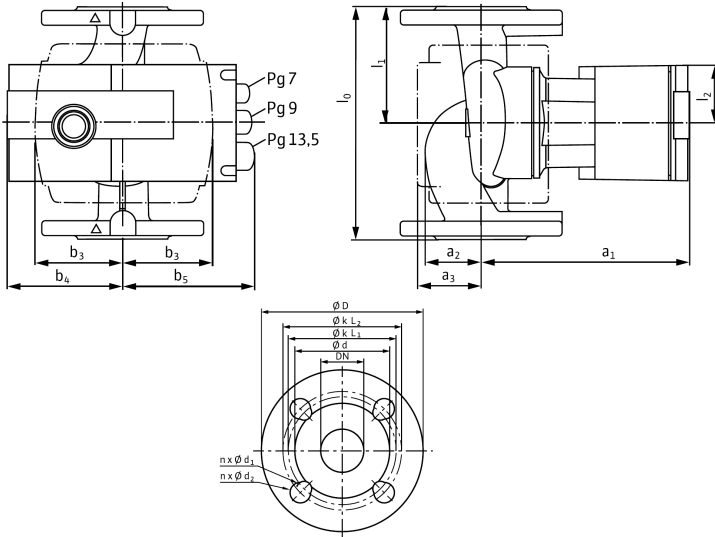


3 m³/h
3 m
80 °C
0,9717 kg/dm³
0,3576 mm²/s
0,4731 bar

WILO
Stratos 40/1-4 CAN PN 6/10

Max. dp-c
PN10
-10 °C
110 °C

()
3 m³/h
3 m
P1 0,0587 kW

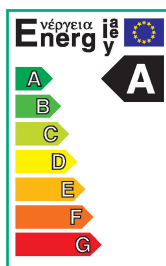
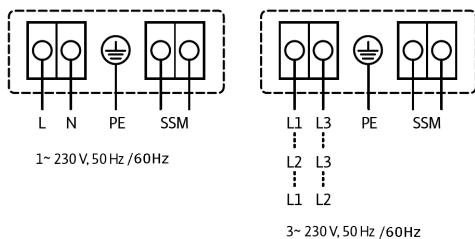


EN-GJL 250
X 46 Cr 13 PPS

	50	95	110		°C
	3	10	16		m

mm							
a1	177	b5	114	d	84	k2	110
a2	57	l0	220	D	150		
a3	70	l1	110	dL1	14		
b3	76	l2	49	dL2	19		
b4	89	n	4	k1	100		

DN 40 / PN10
DN 40 / PN10
9,5 kg



2
P1
A
100 W
130 W
3700 1/min
1~ 230 V, 50 Hz
1,2 A
IP X4D
+/- 10%

2090453

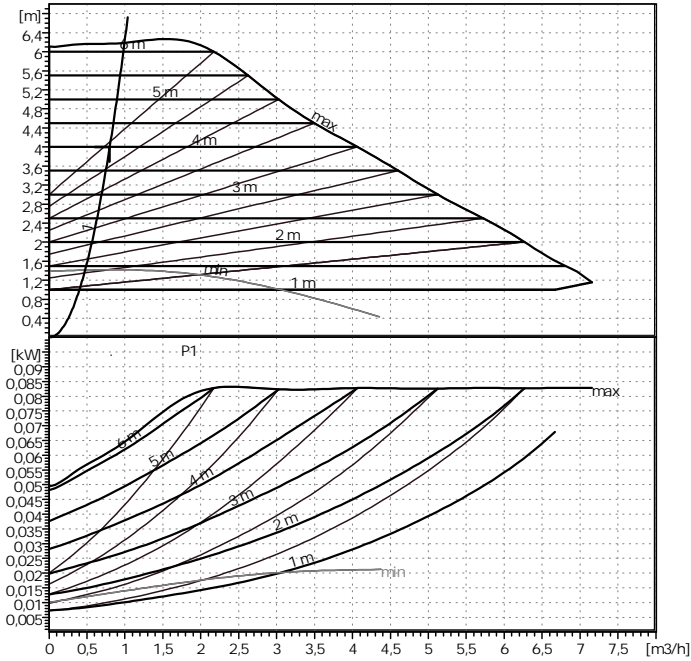
Stratos 25/1-6 CAN PN 10

Premium



14/04/15

8 / 8



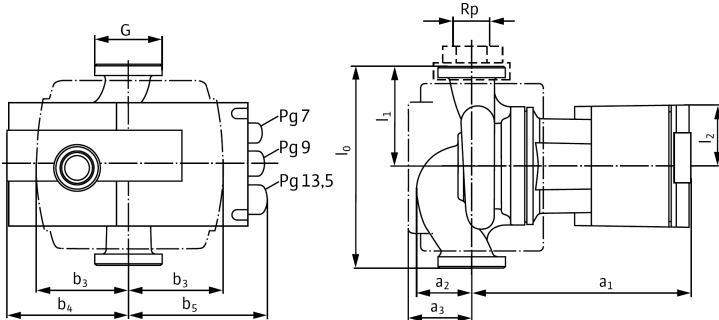
0,8 m³/h
4 m
50 °C
0,9881 kg/dm³
0,5478 mm²/s
0,1247 bar

WILO
Stratos 25/1-6 CAN PN 10

Max. dp-c
PN10
-10 °C
110 °C

()
0,8 m³/h
4 m
P1 0,0358 kW

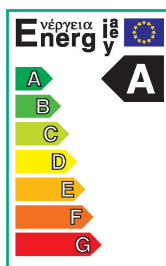
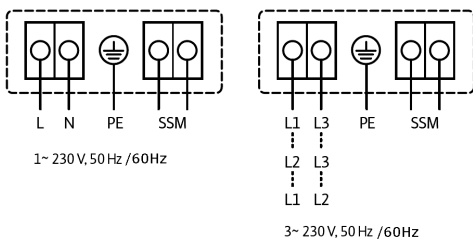
50	95	110		°C
3	10	16		m



EN-GJL 200
X 46 Cr 13
PPS

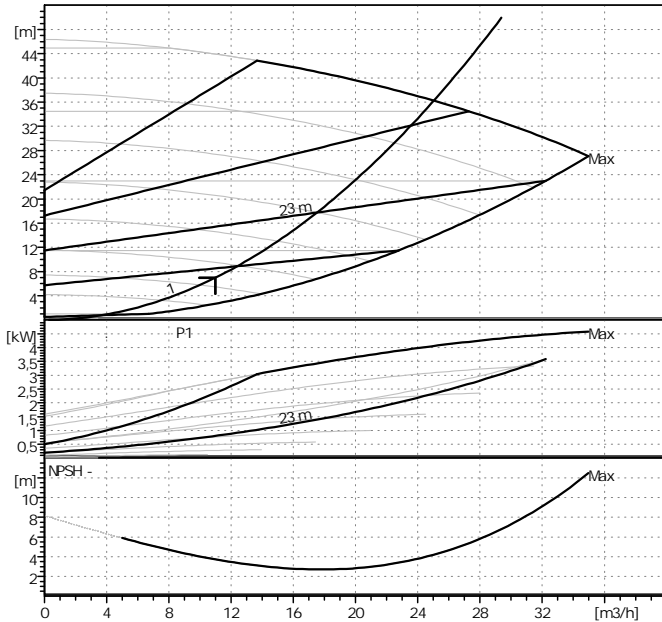
mm							
a1	182	b5	114				
a2	43	l0	180				
a3	56	l1	90				
b3	76	l2	49				
b4	89	G	25				

Rp 1/G 1 1/2 / PN10
Rp 1/G 1 1/2 / PN10
4,1 kg



2
P1
A
65 W
85 W
3400 1/min
1~ 230 V, 50 Hz
0,78 A
IP X4D
+/- 10%

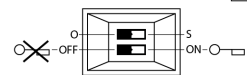
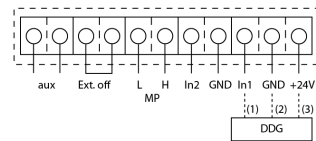
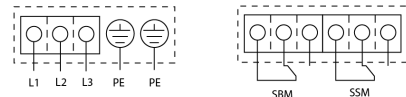
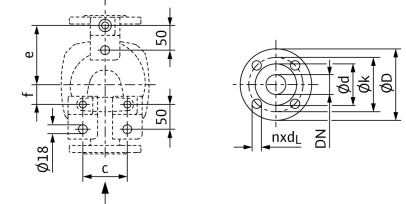
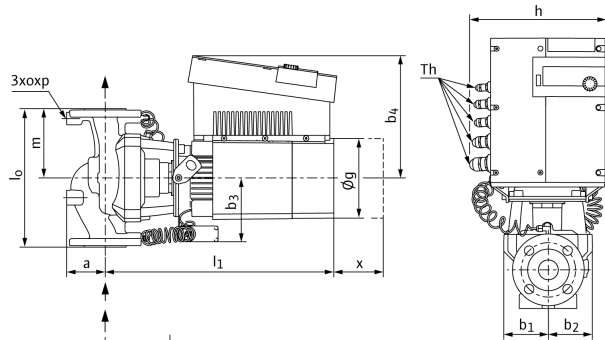
2090447



11	m ³ /h
7	m
(40)	
12	°C
1,072	kg/dm ³
4,109	mm ² /s
0,1	bar

Max.	WILO Stratos GIGA 40/1-45/3,8-R1
	dp-v PN16
	-20 °C
	140 °C

	()	m ³ /h
	11	m
	7	
P1	0,415	kW
	3,73	m
	0	mm



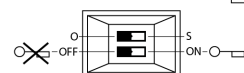
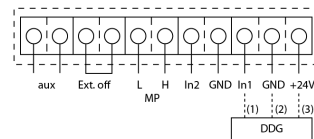
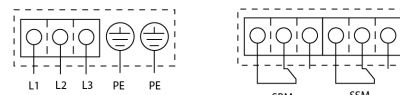
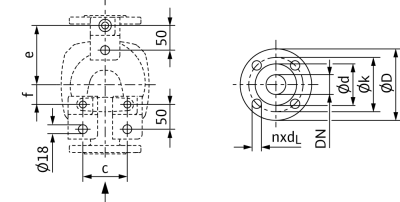
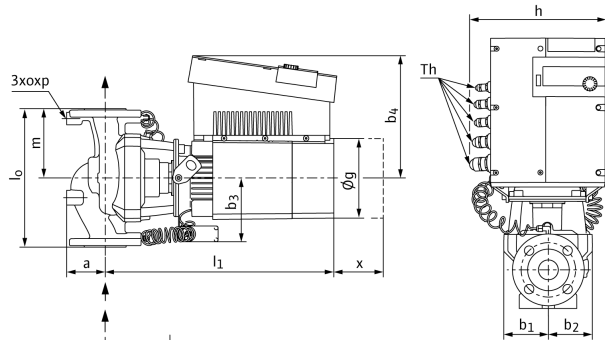
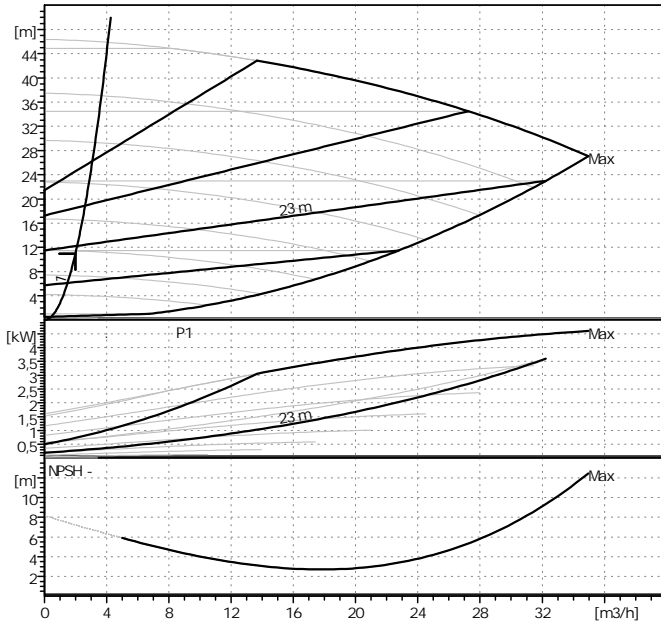
/	EN-GJL-250 GG 25 PPS-GF40 1.4122 AQ1EGG ()
---	---

	mm						
a	78	e	120	o	M12	dL	19
b1	89	f	40	O g	168	oD	150
b2	89	h	277	p	20	od	84
b3	129	l0	280	x	225	ok	110
b4	248	l1	463	DN	40		
c	90	m	140	n	4		

	DN 40 / PN16 DN 40 / PN16 38	kg
--	------------------------------------	----

	2	3,8 4850 3-400 V, 50 Hz 6,6 IP 55	kW 1/min A
			+/- 10%

	2117155
--	---------



2	m ³ /h
11	m
(40)	
10	°C
1,073	kg/dm ³
4,507	mm ² /s
0,1	bar

WILO	
Stratos GIGA 40/1-45/3,8-R1	
dp-v	
PN16	
Max. -20	°C
140	°C

()	
2	m ³ /h
11	m
P1 0,241	kW
0	m
0	mm

EN-GJL-250
GG 25
PPS-GF40
1.4122
AQ1EGG ()

mm							
a	78	e	120	o	M12	dL	19
b1	89	f	40	O g	168	oD	150
b2	89	h	277	p	20	od	84
b3	129	l0	280	x	225	ok	110
b4	248	l1	463	DN	40		
c	90	m	140	n	4		

DN 40 / PN16	
DN 40 / PN16	
38	kg

2	3,8	kW
	4850	1/min
	3-400 V, 50 Hz	
	6,6	A
	IP 55	
	+/- 10%	

2117155

3~

