

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут
ім. акад. І.С.Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Сергій Блаженко

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2022 р.

«До захисту допущено»

В.о.завідувача кафедри

_____ Валентин Петренко

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності _____ 144 Теплоенергетика

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

_____ Теплоенергетика та енергоефективні технології

на тему: Аналіз застосування котелень на діатермальному мастилі на поліграфічних підприємствах

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТЕ-2-5М

_____ Гіленко Валентина Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Бойко Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“10” листопада 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гіленко Валентини Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз застосування котелень на діатермальному мастилі на поліграфічних підприємствах

керівник роботи: к.т.н., доц. Бойко Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01”11.2021 року № 859-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 08.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи:

матеріали переддипломної практики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ

1. Використання діатермального мастила в якості теплоносія

2. Теплозабезпечення поліграфічних підприємств з використанням в якості теплоносія діатермального мастила

3. Охорона праці

Висновок

Список використаної літератури

ЗМІСТ

Інформаційний блок		5
Анотація		7
Вступ		9
1.	Використання діатермального мастила в якості теплоносія	10
1.1.	Загальні положення	10
1.2.	Галузі застосування діатермального мастила в якості теплоносія	14
1.3.	Виробники теплообмінного обладнання на діатермальному мастилі	19
2.	Теплозабезпечення поліграфічних підприємств з використанням в якості теплоносія діатермального мастила	27
2.1.	Приклад проектування котельні поліграфічного підприємства на природному газі з використанням в якості теплоносія діатермального мастила	27
2.2.	Приклад проектування електрокотла для потреб поліграфічного підприємства з використанням в якості теплоносія діатермального мастила	34
2.3.	Переваги та недоліки застосування діатермального мастила в якості теплоносія	36
2.4.	Порівняльний аналіз техніко-економічних показників споживачів тепла поліграфічного підприємства із застосуванням діатермального мастила в якості теплоносія	38
3.	Охорона праці	40
Висновки		51
Список використаних джерел		52
Додатки		54

ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЛОК

Актуальність дослідження.

Поліграфічні підприємства мають технологічне і господарсько-побутове теплове навантаження. Вибір джерела тепла, а саме котельні з яким теплоносієм, важливе і відповідальне рішення з техніко-економічних міркувань. Одним із таких варіантів є реалізація котельної на діатермальному мастилі.

Зв'язок дослідження роботи з науковими програмами.

Робота виконана у відповідності плану НДР кафедри теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ на 2022 р.

Мета дослідження.

Підвищення енергоефективності системи теплозабезпечення поліграфічних підприємств.

Завдання дослідження.

Аналіз застосування котелень на діатермальному мастилі на поліграфічних підприємствах, їх переваги та недоліки.

Об'єкт дослідження.

Система теплозабезпечення поліграфічних підприємств.

Предмет дослідження.

Котельня на діатермальному мастилі, як джерело теплозабезпечення підприємств поліграфічної галузі.

Практичне значення отриманих результатів.

Одержані результати становлять основу для подальшого прийняття рішення при проектування систем теплозабезпечення підприємств поліграфічної галузі.

Особистий внесок магістранта.

Магістрант:

- здійснив аналітичний огляд літературних публікацій з питань теплозабезпечення підприємств на базі котелень на діатемальному мастилі;

- виконала розрахунки та підбір обладнання для системи теплозабезпечення поліграфічного підприємства, що працює на діатермальному мастилі;

- визначила показники енергетичної та економічної ефективності різних варіантів теплозабезпечення поліграфічних підприємств.

Публікації.

За матеріалами магістерського дослідження публікації автора роботи на момент її захисту – відсутні.

Структура магістерської роботи.

Магістерська робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, додатків. Повний осяг роботи становить 58 стор. Робота містить 4 таблиці та 10 рисунків, 5 додатків.

АНОТАЦІЯ

В магістерському проекті розглянуто питання теплозабезпечення поліграфічних підприємств котельнями та системами, що працюють на діатермальному мастилі.

Даний магістерський проект розроблений з метою підвищення енергоефективності системи теплозабезпечення поліграфічних підприємств з урахуванням специфіки його технологічного обладнання та споживання тепла на господарсько-побутові потреби.

В даному проекті наведено приклади реалізації систем теплозабезпечення поліграфічних підприємств на базі діатермального мастила з використанням електричного котла та котла, що працює на природному газі; виконано розрахунок техніко – економічним показником ефективності їх роботи, здійснений вибір обладнання та наведено схему котелень та систем.

Ключові слова: термомасило, термомасельний котел, теплозабезпечення, енергоефективність, теплоносій.

ANNOTATION

In the master's project the question of thermal supply of printing enterprises boiler-houses and systems working on diathermy mastille is considered.

This master's project is designed to increase the energy efficiency of the heat supply system of the polygraphic enterprise taking into account the specifics of its technological equipment and heat consumption for economic and domestic needs.

In this project the examples of realization of thermal supply systems of printing enterprises on the basis of diathermal oil with the use of electric boiler and boiler working on natural gas are given; calculation of technical – economic indicator of their work efficiency, selection of equipment and scheme of boiler and systems is carried out.

Key words: thermal oil, thermal oil boiler, heat supply, energy efficiency, heat carrier.

ВСТУП

Використання органічних теплоносіїв на основі мінеральних масел у берегових установках відоме з 30-х років ХХ століття. Це були установки в хімічній промисловості, де потрібне підведення тепла для хімічних та технологічних процесів з температурою вище 100 °С без підвищеного тиску в системі. Крім цього, застосування термомасел віддавалася перевага у зв'язку з можливістю дотримання більш рівномірного і точно регульованого температурного режиму.

У 60-х роках минулого століття термомасла почали використовувати в котельних установках у Данії, Фінляндії, Франції, Норвегії, Швеції, а пізніше їх стали застосовувати в Іспанії та Японії.

Визначальних факторів на користь таких систем досить багато. Система циркуляції термомасла має замкнутий контур. Теплоносій у системі має більшу температуру при атмосферному тиску. Робоча температура досягає 300 °С; перепад між початковою та кінцевою температурами термомасла – близько 40°С. Можливі технології з підвищеним тиском теплоносія, що залежать від гідравлічного опору системи та кількості споживачів, що підключаються.

Термомасляні системи передбачають:

- підвищене значення ККД котла за рахунок зниження теплових втрат на деаерацію та втрати під час продування;
- простоту експлуатації та обслуговування (повна автоматизація системи, яка не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу);
- відсутність необхідності в хімічній підготовці теплоносія;
- захист від замерзання при тривалих зимових зупинках;• менший термін окупності за рахунок виключення недоліків (втрат), властивих схемам з паровими котлами;
- відсутність корозійних руйнувань усередині системи;
- можливість виробництва пари за допомогою включеного в установку парогенератора з підігрівом від органічного теплоносія.

1. Використання діатермального мастила в якості теплоносія

1.1. Загальні положення

Діатермальне мастило, як теплоносій для термомасляних котлів, використовується в котельнях на підприємствах харчової, хімічної, будівельної, пластмасової промисловості, для деревообробки, паперового виробництва, металопромисловості, тощо.

Високотемпературні теплоносії - це нетоксичні нафтові продукти, з достатньої термічної стабільністю і гранично високою температурою самозаймання. Котли на діатермічному мастилі в сьогодні стали повноцінною альтернативою паровим котельним.

Термомасло для масляних котлів буває двох типів:

1. мінеральне (органіка);
2. синтетичне (неорганіка).

Застосування високотемпературних органічних теплоносіїв дає робочу температуру до 300-320 °С. Високотемпературний неорганічний теплоносій в свою чергу забезпечить максимальну температуру в системі - 350-400 °С.

В Україні мастило теплоносій для котлів часто називають, як АМТ 300 або ароматизоване масло теплоносій 300. Число в кінці вказує на робочу температуру масла. Саме на цей показник слід звертати увагу при виборі теплоносія. Рекомендовані робочі температури повинні відповідати дійсним на виробництві.

Діатермічне мастило має ряд переваг і недоліків застосування:

- робочий температурний діапазон від 50 до 410 °С;
- запобігає утворенню корозії всередині системи;
- не потребує очищення та попередньої підготовки;
- можлива робота при низькому тиску в системі;

- екологічне і відсутні шкідливі викиди в навколишнє середовище.
- в змішувачевих теплообмінниках котла забезпечується рівномірне прогрівання мастила, відсутні застійні зони, в яких термомасло може перегріватися і втрачати свої властивості.

При порушенні температурного режиму і правил експлуатації скорочується термін придатності, через що масло в системі необхідно міняти набагато частіше. Також, порушення температурного режиму може призвести до аварійних ситуацій. Рівномірність прогріву всіх частин системи і відсутність контакту з повітрям в розширювальній камері впливає на якість теплоносія.

За умови дотримання правил експлуатації, питання заміни термомасла буде нагальне лише раз в кілька років.

Серед найпопулярніших брендів термомасла теплоносіїв є наступні торгові марки:

- ADDINOL;
- Mobil;
- MOL;
- Prista Oil;
- Техасо;
- Українські виробники мастила.

Індустріальна олива ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15

Масло-теплоносій Аддінол Wärmeträgeröl XW 15 - є синтетичною рідиною, в основі якої закладені алкіліровані ароматичні вуглеводні (алкіл-бензоли).

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15

Масло застосовується як теплопередаюче середовище в системах опалення або суміщених охолоджувально-опалювальних системах.

Дане масло-теплоносії використовують в умовах температур до +300 за Цельсієм (у разі якщо на короткий термін і в безкисневих системах, то і до +320 градусів).

ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15 використовують в таких системах, в яких не можна забезпечити безпосереднє опалення.

Масло-теплоносії Аддінол Wärmeträgeröl XW 15 особливо рекомендують застосовувати в промислових сферах, де використовуються відкриті безнапірні системи опалення. Такі системи краще технічно і економніше в порівнянні з тими системами, які працюють при тиску пари або гарячої води.

Масло дає гарантію дбайливого нагрівання при використанні чутливих речовин, а також повну безпеку при нагріванні небезпечних рідин.

Масло Wärmeträgeröl XW 15 можна тривало застосовувати, враховуючи навіть постійне високе температурне навантаження.

Варто зазначити, що для того, щоб не з'являлося окислення теплоносія, резервуар розширення повинен розташовуватися під «подушкою» газу (в більшості випадків для цього застосовується азот).

Характеристики оливи ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15:

- Найвища термічна стійкість основних компонентів;
- Дуже мала здатність коксуватися;
- Велика температура точки кипіння на атмосферному тиску;
- Відмінні в'язкісно-термічні параметри;
- Незмінна температура спалаху;
- Ідеальні очисні властивості;

Переваги мастила ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15 при використанні:

- Істотне збільшення тривалості служби мастила при порівнянні з мінеральними аналогами мастил;
- Істотно зменшуються появи відкладень при порівнянні з мінеральними аналогами, тому мастило рекомендують для довгого терміну використання;
- Надійність нагрівання в замкнених системах;

- Економія енергії при підігріві і навіть під час екстремальних умов використання.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики мастила
ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15

Признак			Wärmeträgeröl XW 15	Испытание
Внешний вид, цвет			прозрачный продукт коричневато-голубого цвета	визуальный контроль
Цвет			3,0	DIN ISO 2049
Диапазон температур применения	°C		-30 до +300	
Плотность	при 15 °C	кг/м³	890	DIN 51757
Вязкость	при 40 °C	мм²/с	23	DIN ISO 51562-1
Температура вспышки	СОС	°C	210	DIN EN 2592
Температура вспышки	PM	°C	186	DIN EN ISO 2719
Температура воспламенения		°C	350	DIN 51794
Температура застывания		°C	-57	DIN ISO 3016
Температура начала кипения		°C	348	ASTM D 1160
Коксуемость по Конрадсону		%	< 0,01	DIN 51551-1
Содержание воды		мг/кг	30	DIN EN ISO 12937
Макс. температура масляной пленки		°C	320	

Таблиця 1.2. Техніко-прикладні характеристики мастила
ADDINOL Wärmeträgeröl XW 15

Температура °C	Давление пара кПа	Плотность кг/м³	Удельная теплоемкость кДж/кг·K	Теплопроводность Вт/м·K	Динамическая вязкость мПа·с	Кoeffициент расширения 10 ⁻⁴ 1/K
-20	-	913,3	0,835	0,1362	1571	6,187
0	-	900,7	1,172	0,1349	215,2	6,414
20	-	887,3	1,462	0,1336	53,80	6,641
40	-	875,1	1,708	0,1324	19,80	-
60	-	862,0	1,915	0,1312	9,353	-
80	-	848,8	2,088	0,1300	5,229	7,321
100	-	835,5	2,230	0,1288	3,279	7,548
120	-	822,0	2,346	0,1277	2,233	-
140	0,014	808,3	2,439	0,1266	1,615	8,002
160	0,046	794,5	2,515	0,1255	1,224	-
180	0,127	780,6	2,577	0,1244	0,960	-
200	0,313	766,5	2,630	0,1234	0,776	8,682
220	0,698	752,2	2,678	0,1224	0,642	8,909
240	1,42	737,8	2,724	0,1214	0,542	-
260	2,69	723,3	2,774	0,1205	0,465	9,249
280	4,76	708,6	2,831	0,1196	0,405	-
300	7,92	693,7	2,900	0,1187	0,357	9,816

Особливості мастил

Коефіцієнт корисної дії термомасляного котла у стандартній конфігурації становить близько 89 % без економайзера та повітропідігрівача. Оснастивши

котел вбудованим або окремим повітрянопідігрівачем, можна підвищити ККД на 3... 5 %.

Як органічний теплоносій можуть застосовуватися масла різних марок та виробників, але слід враховувати, що кожна марка масла має своє вузьке призначення та властиві йому властивості. Наприклад: олії з однаковою робочою температурою можуть значно відрізнятися за в'язкістю та теплоємністю. В'язкість олії впливає вибір потужності насоса.

При «холодному» запуску котла неправильно вибрана потужність насоса може спричинити перегрів теплоносія в трубах котла через низьку швидкість потоку. Перегрів призводить до випадання твердих фракцій, закоксування поверхонь.

Термомасло є екологічно чистим теплоносієм, оскільки весь технологічний цикл є закритим, відсутні викиди у навколишнє середовище. Комбіноване використання в термомасляних системах парогенераторів є одним із простих способів отримання насиченої пари низьких параметрів, іноді необхідної для судових потреб.

Найбільш поширеними органічними теплоносіями є дифенільні суміші, дитолілметан та теплоносії на основі мінеральних масел. Останні застосовуються зарубіжними суднобудівними фірмами та в установках теплопостачання.

Мінеральні олії складаються з високомолекулярних вуглеводнів (парафінового, ароматичного та нафтенароматичного рядів), які одержують з нафти.

Хімічний склад олії, що отримується з нафт різних родовищ, коливається в широких межах, а саме: 2,7–12,9 % ароматичних, 26,0–35,8 % нафтових та 51,0–71,0 % парафінових кілець.

Парафінові вуглеводні, що мають високу температуру плавлення, присутні в оліях у малих кількостях, тому що при очищенні їх зазвичай видаляють. Товарні олії, що випускаються, в основному складаються з нафтенароматичних сполук.

1.2. Галузі застосування діатермального мастила в якості теплоносія

Діатермальне мастило використовуються в різних системах.

Масляні термостати

Як теплоносій в контурі термостатів використовується масло. Максимальна робоча температура термостату становить 300 °С. Термостати розроблені для забезпечення заданої температури прес-форм та каландрів та використовуються у різних промислових процесах, у тому числі при литті, в екструзії та куванні.

Парогенератори

Парогенератори із непрямим нагріванням. Як теплоносій використовується спеціальне термомасло. Комбіноване використання в термомасляних системах парогенераторів є одним з простих способів отримання пари, необхідного для виробництва.

Повітрянагрівачі

У багатьох промислових установках, де потрібне гаряче повітря, наприклад у сушарках, надійним та ефективним вирішенням питання є використання повітрянагрівачів на основі термомасла. Термомасло циркулює у трубках, що омиваються холодним повітрям. В результаті теплообміну виходить гаряче повітря, яке можна легко використовувати в промислових системах. Найбільший обсяг споживання термомасел припадає на термомасляні котли та системи, що їх використовують.

Термомасляні котли

Термастило використовуються в системах, що використовують високотемпературний масляний носій. Використання термічної олії в якості теплоносія для підведення теплової енергії в різних технологічних процесах у промисловості є кращим нагріванням паром, так, як дозволяє отримати високі температури при низьких тисках, що здешевлює вартість основного обладнання. Внаслідок його високої гнучкості багато промислових технологій, розроблених в останнє десятиліття (наприклад: виробництво поліестерних смол, синтетичних смол, термопластичних матеріалів і т. д.) використовують термічне масло при температурах навіть вище, ніж 340°C. Області застосування термомасляних котлів - розігрів мазуту в нафтосховищах - одержання тепла в промисловості -

хімічні реакції - сушильні установки - гаряче пресування - непряме виробництво пари

Харчова промисловість:

- пекарні;
- виробництво кави;
- виробництво жирів та олій.

Паперове та картонне виробництво;

Деревообробка:

- виробництво ДСП та ДВП;
- сушіння дерева.

Металопромисловість:

- печі сушіння та фарбування;
- гальванізація;
- видалення жирів.

Бетонна та будівельна промисловість:

- печі термічної обробки;
- нагрівання бетону та сумішей;
- сушіння цегли.

Пластмасова промисловість:

- печі термічної обробки;
- печі для сушіння; сушіння тунель-пресів.

Хімічна промисловість:

- нагрівання рідин, ємностей;
- автоклави;

Комплекс верхнього розігріву та зливу темних нафтопродуктів

Комплекс призначений для розігріву та зливу темних нафтопродуктів (мазуту), нафти (злив нафти), бітуму (нагрівач бітуму) із залізничних цистерн через верхній люк. Як теплоносії використовується спеціальна термомасло.

Норми споживання олії залежать від потужності установки, об'єму розширювального бака, площі, що обігрівається, умов експлуатації і т.д. Мінеральний органічний теплоносій, при правильній експлуатації системи служить близько 10000 годин, синтетичний в 5 разів довше, виявлення та моніторинг термічної деструкції теплоносія (виникає при перевищенні температур використання для даного теплоносія), неважко здійснювати шляхом проведення періодичного його аналізу.

Хлібопекарська промисловість

Моделі термомасляних печей, які ми пропонуємо працюють по всьому світу в широкому діапазоні хлібопродуктів — від невеликих приватних пекарень до великої кількості промислових пекарень. Вони надійні, зручні і ефективні з точки зору споживання енергії. М'яке тепло, що забезпечується нашими термомасляними печами дозволяє точно контролювати характеристики поверхні скоринки і більш високий вміст вологи всередині хліба, що є еталоном гарного випіку.

Профіль (принцип роботи) випікання на всіх наших термомасляних печах використовують один і той же як і в ротаційних, подових, багатоярусних подових чи тунельних печах, що дозволяє легко збільшувати об'єми продукції, якщо ваше виробництво зростає. Так як масло має дуже високу теплоємність, тепло може додаватися відразу і втрати тепла можуть бути компенсовані дуже швидко.

Котли, комплектуються як газовими пальниками так і сучасними енергоефективними пальниками на пелети. Котли з нашими пальниками на пелети, забезпечують дуже високі показники віддачі корисної теплоенергії, використовуючи при цьому дуже малий об'єм пелет. Це досягається завдяки, спеціальному програмованому пульта керування, який налаштований на оптимальне використання (подавання пелет в камеру згорання) пелет, відстежуючи температуру в камері котла, температуру теплоносія та безпосередньо температуру в печах.



Рис. 1.1. Піч термомасляна на візок(ки)



Рис. 1.2. Піч термомасляна тунельна

Переваги та характеристики:

Нижній випік з більш високим часом витримки вологості для кращого випіку шкірки хліба завдяки термоногріву масла.

Тунельні термомасляні печі мають як один так і декілька ярусів для випікання, з окремим регулюванням верхньої/нижньої межі температури та пару

Кожен ярус може працювати як безперервно так і з періодичною подачею

Економія місця, завдяки багатоярусних печей

Багато ярусів дозволяють одночасно пекти багато рядів продуктів в одній печі, що в свою чергу в декілька раз збільшує продуктивність

Піч зазвичай поділяється на різні зони випіку для забезпечення правильного технологічного випікання. В кожній з зон окремо регулюється температура та вологість

- ✓ Хороше ущільнення, низькі експлуатаційні витрати, вбудований насос магнітного типу для термомасляної системи
- ✓ В печах тунельного типу хліб може безпосередньо випікатися на металевих пластинах, на сітці з дроту, або на кам'яній поверхні.
- ✓ Основним параметром термомасляних печей є малі коливання температури, та швидкий час переналаштування температурних режимів
- ✓ Тунельні печі також зазвичай містять атоматичні чи напівавтоматичні системи для збору спечених продуктів



Рис. 1.3. Піч термомасляна подова DAUB 10 м²

Кількість подів: 5

Розмір пода ДхШ, мм: 2000х1200

Потужність (в парі з котлом) кВт: 100

Пальник: Газ

1.3. Виробники теплообмінного обладнання на діатермальному мастилі

Паливом для термомасляних котлів може бути:

- мазут;
- дизельне паливо;
- природний газ;
- пропан-бутан

Так само як паливо в термомасляних котлах можуть використовуватися елементи біомаси - відходи деревообробки (тирса, стружка, тріска, кора) будь-якої вологості, деревні пелети та гранули, торф, відходи рослинництва (лузга гречки, макуха і лушпиння насіння , коробочки льону, солома тощо).

Термомасляні котли існують як у горизонтальній (рис.1.4), так і у вертикальній компоновці зі стельовим розташуванням топкового пристрою (рис1.5.)

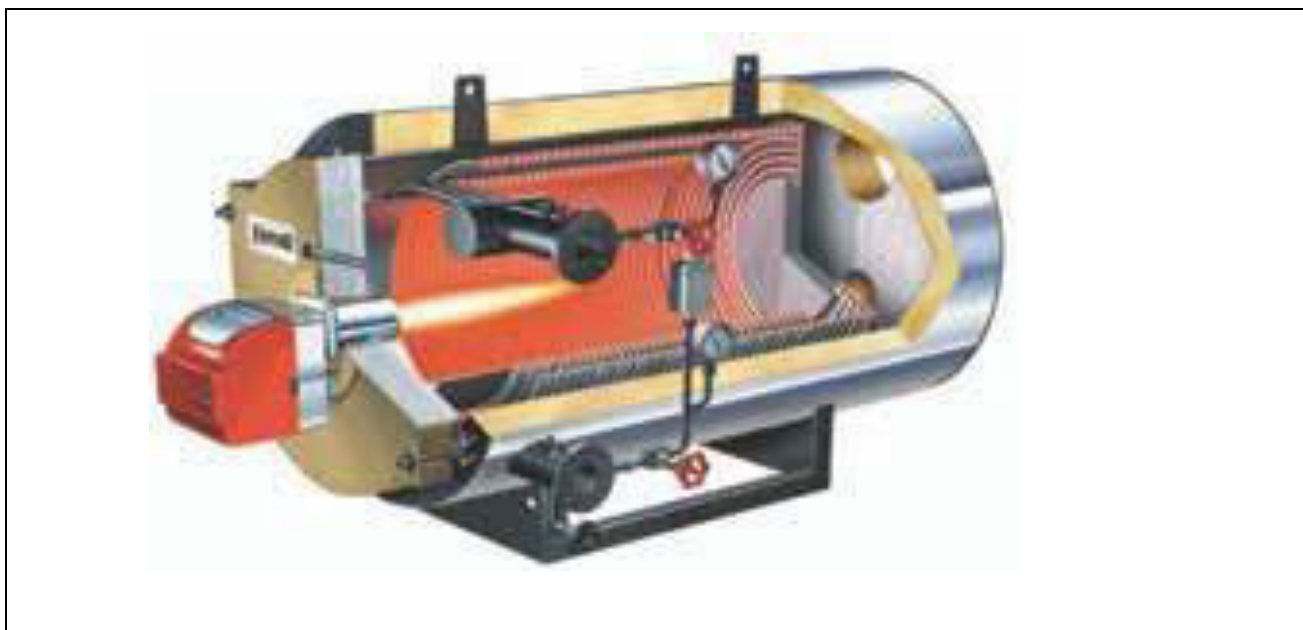


Рис. 1.4. Розріз топкового простору котла типу ELICOIL

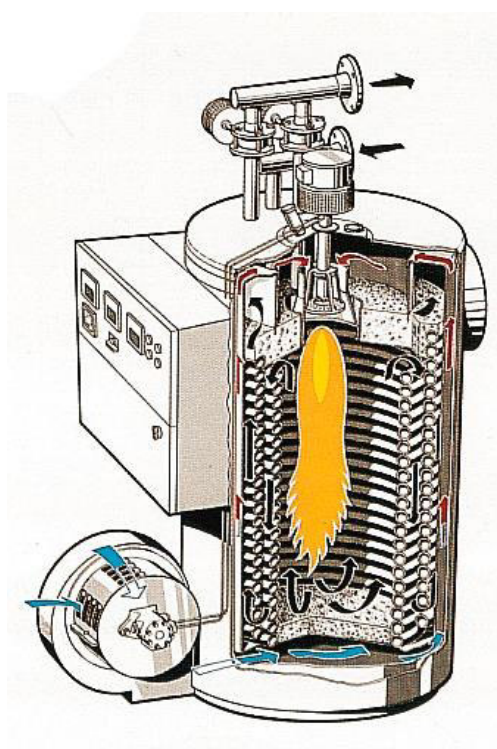


Рис. 1.5. Вертикальна компоновка термомасляного котла

На рис. 1.4 показаний котел з органічним теплоносієм горизонтального компонування, встановлений на єдиній рамі з групою насосів. Котли типу

ELICOIL No використовують як теплоносій термомасло. Вони створюються зі стандартних труб з одним або декількома рядами концентричних кілець у циліндричному герметичному корпусі, виготовленому з листової сталі, генерують насичену пару низьких параметрів такий котел має максимальну температуру теплоносія 300 °С (мінеральна олія ELICOIL No) або 350 °С (синтетична олія) і перепад температур між подачею та поверненням теплоносія близько 40 °С. Котли ELICOIL No можуть бути оснащені пальниками на природному газі, зрідженому газі або дизельному паливі.

Вибір теплоносія на основі термомастила

Щоб вибрати масло в якості теплоносія, необхідно знати всі його експлуатаційні властивості як теплопередаючої рідини. До них, перш за все, слід віднести: максимально допустиму температуру застосування; інтенсивність теплообміну в нагрівальних установках; максимально допустимі питомі теплові потоки під час експлуатації.

Теплоносії на основі мінеральних масел мають низьку термічну стійкість. Мірою термічної стійкості є температура, при якій починається розкладання теплоносія, а показниками відносної стійкості зазвичай є швидкості формування газоподібних, низько киплячих та висококиплячих продуктів. Процес розкладання теплоносія (крекінг) під впливом температури призводить до утворення твердих вуглецевих та газоподібних продуктів. Тверді продукти випадають в осад, створюючи на гарячих поверхнях щільні плівки коксу. У процесі термічного крекінгу в'язкість масляних теплоносіїв спочатку зменшується, а потім зростає.

Одним з основних критеріїв при виборі теплоносія є температура спалаху. Її величина визначає ступінь безпеки. Поки що немає такого вітчизняного теплоносія на основі мінеральних масел, яке задовольняло б цю вимогу повністю. Діапазон робочих температур для термоолії виявляється за верхніми та нижніми межами. Обмеження максимальної робочої температури визначають два фактори: температура розкладання та температура дистиляції.

Температура розкладання практично не залежить від тиску. Структурне руйнування звичайної термомастила відбувається при температурі близько 360 °С. Для гарної роботи установки та запобігання руйнуванню масла максимальна робоча температура повинна бути завжди на 30 °С нижчою, ніж температура розкладання.

Температура дистиляції передбачає поділ багатокомпонентних рідких сумішей на фракції, що відрізняються за складом. Це відбувається шляхом часткового випаровування суміші і конденсації пари, що утворюються. Температура значно залежить від тиску та збільшується в міру його підвищення. Наприклад, якщо температура дистиляції термомасла становить 310 °С при атмосферному тиску, вона підвищується до 340 °С при 3 барах. Крім цього, для того, щоб уникнути надмірного утворення масляної пари, що збільшує проблеми циркуляції теплоносія в котлі (утворенням парових кишень, перегріванням трубопроводів блоку тощо), робоча температура масла повинна бути дещо нижчою, ніж температура дистиляції.

Таким чином, робоча температура туру масла в герметичному котлі може підвищуватися до значень, принаймні, на 30 ° С нижче, ніж температура розкладання. Іншими словами, обмежувальним фактором є скоріше температура розкладання, а не температура дистиляції.

Необхідно підкреслити, що температура запалення олії не є таким важливим фактором для вибору максимальної робочої температури, так як у котлі використовується масло, що має робочу температуру вище за його температуру займання. Органічні теплоносії обов'язково мають високу опірність на розкладання і, отже, забезпечують високу теплову стійкість. Крім цього, вони мають високу опірність факторам старіння. Хороша олія може експлуатуватися протягом тривалого часу (більше 3 років).

Наприклад, основні фізико-хімічні характеристики масла типу MobilTherm 594, 603, 605 наведені в таблиці.

Експлуатація термомасляних котлів

Особливості експлуатації систем теплопостачання з органічним теплоносієм зводяться до таких положень.

Необхідно регулярно контролювати стан олії, оскільки швидкості зміни фізико-хімічних показників відіграють важливішу роль, ніж їхні абсолютні величини. Контрольними характеристиками олії є: в'язкість, кислотне число, температура спалаху (у відкритому та закритому тиглі) та вміст нерозчинних речовин.



Рис. 1.6. Відцентровий термомасляний циркуляційний насос типу НТТ/СТТ

Якість мастила-теплоносія може погіршитися через його нагрівання в термомасляному котлі. Для того щоб уникнути можливих ускладнень, використовуваний в системі циркуляційний насос (рис. 1.6) повинен мати спосіб створювати турбулентний перебіг олії через нагрівач зі швидкістю 2,00–3,55 м/с залежно від геометрії поверхні нагрівача.



Рис. 1.7. Схема термомасляної циркуляційної системи

1 – утилізаційни котел; 2, 7, 8, 11 – клапан запірний; 3 – розширювальна ємність;
 4 – пневматичний клапан; 5 – споживачі тепла; 6 – станція паливопідготовки; 9– клапан контролю витрати теплоносія; 10– циркуляційний насос; 12, 15 – контрольно-вимірювальні прилади; 13 – пальник; 14 – допоміжний котел; 16 – заслінка; 17 – колектор випускних газів; 18 – змійовик.

Як один із заходів для запобігання циркуляції теплоносія через розширювальну цистерну (рис. 1.7) може бути використане U-подібне коліно, встановлене нижче того місця, де вона з'єднується з основною циркуляційною системою. В основній системі трубопроводів має бути передбачена можливість вентиляції для зменшення небезпеки виникнення парових та повітряних пробок під час початкового запуску системи. За необхідності створення підвищеного тиску слід уникати використання води (наприклад, під час опресування систем), оскільки її видалення із системи перед введенням в експлуатацію є тривалим та важким процесом. Якщо навіть незначна кількість вологи залишається в системі, нове мастило слід повільно нагріти до 110 °С при постійному вентиляванні. Потім температуру поступово піднімають до робочої температури при періодичному випуску парів.

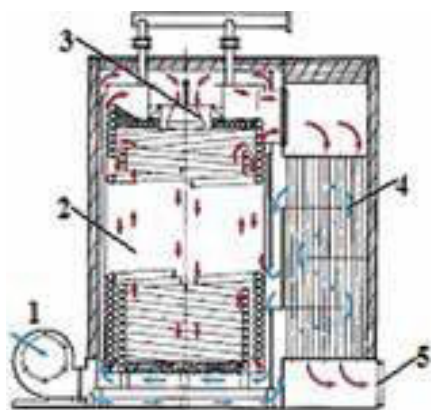
Вся система загалом має бути оснащена приладами для контролю за температурою олії та її витратою в критичних точках, таких як бічні стінки котла. Котли типу ТН мають горизонтальну або вертикальну структуру,

оснащені пристроєм попереднього нагрівання повітря димовими газами для підвищення ККД та призначені для потужності від 420 до 3000 кДж/год.

Іноді потрібне гаряче повітря для побутових потреб. Надійним та ефективним способом обігріву є використання повітрянагрівачів із застосуванням термомастила. Термомастило циркулює у трубках, що омиваються холодним повітрям. В результаті нагрівання виходить гаряче повітря, яке потім використовується в системах обігріву (калориферах) (рис. 1.8).

Аналіз досвіду експлуатації застосування термомасел у суднових котлах виявив деякі недоліки, пов'язані здебільшого з низькою якістю монтажних робіт: протікання в ущільненнях з'єднувальних пристроїв систем, забруднення оребрених поверхонь, несправності в системах автоматичного керування котлом.

Переважне застосування термомасляних котлів на суднах льодового класу останніми роками зумовлене збільшенням активності судноплавства в районах Арктики та північного шельфу, що підвищує їх актуальність та змушує глибше вивчати їх, а також підвищувати ефективність їх технічної експлуатації. У зв'язку з цим важливим напрямком підвищення ефективності таких котлів є широке впровадження двопаливних (газ, мазут) топочних пристроїв. ККД таких котлів може досягати 92...93%.



а)



б)

Рис. 1.8. Котел типу EPC–ES: а – поперечний розріз; б – зовнішній вид;

1 – вентилятор; 2 – топка; 3 – форсунка; 4 – повітрепідігрівник; 5 – вихід газів

Термомасляний котел являє собою сукупність паралельних змійовиків, з'єднаних вхідним та вихідним колекторами. Камера згоряння в ньому великого

об'єму, з низьким питомим тепловим навантаженням. Використання термомасляного котла оптимізує втрати напору та швидкості масла в масляній системі, а також конвективного теплообміну в конвективному просторі.

Автоматичне керування котельною установкою проводиться контролерами. Контролер GEFRAN типу 800V має такі особливості:

- універсальний вхід налаштовується з лицьової панелі;
- два виходи управління: реле, логіка або аналоговий із функцією «тепло/холод»;
- 3 налаштовувальні сигналізатори;
- 2 аналогові виходи;
- 2 цифрові порти з функцією, що настроюється;
- додатковий вхід для трансформатора струму або дистанційної уставки;
- сигналізатор переривника нагрівача або короткого замикання пробника;
- плавний запуск;
- автоналаштування;
- ручний режим/авторежим;
- уставка, локальне/дистанційне керування.

Своєчасне сажеобдування конвективних змійовиків та оптимальне регулювання температури органічного теплоносія на вході та виході з котла можуть додатково підвищити ККД на 3...4%.

Для підвищення ефективності котел необхідно обладнати автоматичним повітряним байпасом, що включає повітропідігрівач. Він повинен використовувати енергію випускних газів та дві заслінки, що приводять у дію сервоприводом з мікропроцесорним керуванням з датчиками контролю температури точки роси та вмісту сірки в паливі, щоб запобігти випаданню конденсату та унеможливити виникнення корозії.

Досвід експлуатації систем теплопостачання з органічним теплоносієм показав незаперечні переваги порівняно з паровими системами. Основна перевага полягає у можливості одержання теплоносія у термомасляних котли з більш високою температурою в широкому діапазоні експлуатаційних значень

практично при атмосферному тиску, що дозволяє підвищити тепловий напір у підігрівачах, і, відповідно, значно зменшити їх масогабаритні характеристики.

При теплопостачанні з органічним теплоносієм підвищується надійність усіх елементів термомасляних систем (сполучних фланців, сальників, прокладок тощо), виключається корозія всередині труб та апаратів. Крім того, запобігає замерзанню систем при знаходженні суден в умовах низьких температур і тим самим значно зменшуються витрати на технічне обслуговування теплопередаючих апаратів у системі обігріву.

Підвищений температурний напір дозволяє зменшити поверхню підігрівачів та отримувати насичену пару для всіх потреб при більшому коефіцієнті теплопередачі та менших енергетичних витратах.

2. Теплозабезпечення поліграфічних підприємств з використанням в якості теплоносія діатермального мастила

2.1. Приклад проектування котельні поліграфічного підприємства на природному газі з використанням в якості теплоносія діатермального мастила

На підприємстві передбачено встановлення в котельні двох термомасляних нагрівачів фірми «НТТ energy GmbH» типу WTO 1750-30-1-B-H, тепловою потужністю 1700 кВт кожен для забезпечення технології друку машин №1 - №5 виробничого процесу. Паливо для котельні - природний газ.

Циркуляція теплоносія в технологічному контурі здійснюється за допомогою насосної групи фірми «НТТ energy GmbH», що встановлена на зворотньому трубопроводі системи теплопостачання котельні та складається з трьох насосів з яких 2 робочих, 1 резервний. Для регулювання відпуску теплоносія технологічним споживачам встановлена автоматична байпасна лінія між подаючим та зворотним трубопроводом котельні.

Для компенсації температурних розширень в системі теплопостачання, передбачено встановлення одного розширювального баку об'ємом 5000л фірми

ТОВ “ЄвроТехЕнерго”, який приєднується до зворотної лінії системи теплопостачання котельні.

Для зберігання теплоносія, що не приймає участі в технологічному процесі передбачено встановлення баку акумулятору об’ємом 7000л фірми ТОВ “ЄвроТехЕнерго”, який приєднується до зворотної лінії системи теплопостачання котельні, та має сполучення з атмосферою через вентиляційний трубопровід.

Для заповнення та спорожнення технологічного теплоносія передбачено встановлення заповнювально-спорожнювального насоса.

Для компенсації температурних розширень та захисту від підвищення тиску теплоносія в термомасляних нагрівачах встановлюються запобіжні клапани DN65 на подаючому трубопроводі кожного з нагрівачів.

Для забезпечення потреб опалення, ГВП підприємства, а також теплопостачання приточної установки котельні передбачено встановлення двох автономних економайзерів – по одному економайзеру потужністю 159 кВт для кожного димоходу від термомасляного нагрівача. Для запобігання перегріву водяної системи в моменти відсутності теплоспоживання передбачено встановлення заслінок з електроприводами на димоходи та байпасні лінії від кожного з термомасляних нагрівачів.

Відвід продуктів згоряння - через індивідуальні теплоізовані димові труби $\varnothing 610/550$ мм, виведені на відмітку +8,031 м, яка забезпечує нормативно допустиме розсіювання викидів забруднюючих речовин.

Забір повітря для горіння відбувається з приміщення котельні (див. розділ ОВ).

Перед підживленням водяної системи теплопостачання, підживлювальна вода проходить обробку в двоступеневій установці пом'якшення AQUARUM S-1354 T фірми "AQUARUM".

Розрахунковий температурний графік для технології друку (масляний контур): $T_{91} / T_{92} = 260 / 230^{\circ}\text{C}$.

Розрахунковий температурний графік для систем опалення (водяний контур): $T_{11} / T_{21} = 90 / 70^{\circ}\text{C}$.

Розрахунковий температурний графік для підігрівача приточної установки (водяний контур): $T_{12} / T_{22} = 90 / 70^{\circ}\text{C}$.

Розрахунковий температурний графік для систем ГВП (водяний контур): $V_1 / T_4 / T_3 = 5 / 50 / 55^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок товщини стінок труби та згонів труби

Розрахунок товщини стінок труби та згонів труби виконаємо за методикою використавши спеціалізовану програму розрахунку РД 10-249-98.

Труба 159x5

The screenshot shows a web application for calculating boiler components. The main section is titled 'Исходные данные для расчета гибов, отводов, колен и змеевиков' (Initial data for the calculation of bends, tees, elbows, and coils). The input parameters are:

- Расчетное давление $p = 0.6$ МПа
- Расчетная температура $T = 260$ °C
- Наружный диаметр трубы $D_a = 159$ мм
- Толщина стенки трубы $s = 5$ мм
- Радиус кривизны оси гiba $R = 225$ мм
- Овальность поперечного сечения $a = 8$ %
- Марка стали трубы: 20
- Расчетный ресурс: 10000 ч
- Допускаемое напряжение $[\sigma] = 129.6$ МПа
- Минусовый допуск к толщине $c_{11} = 0.25$ мм
- Утонение при изготовлении $c_{12} = 1.31$ мм
- Прибавка на коррозию $c_{21} = 3.0$ мм

 The results section shows:

- Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1} = 4.5600000000000005$ мм
- Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3} = 3.25$ мм
- Расчетная толщина стенки трубы: $s_R = 0.37$ мм
- Расчетная толщина стенки внешней стороны колена: $s_{R1} = 0.35$ мм
- Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена: $s_{R2} = 0.51$ мм
- Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена: $s_{R3} = 0.51$ мм
- Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок: $s_{R+c} = 4.91$ мм
- Минимальная конструктивная толщина стенки колена в растянутой зоне: $s_{min} = s - (c_{11} + c_{12}) = 3.44$ мм
- Допускаемое рабочее давление для колена: $[P] = 0.8$ МПа

Результати розрахунків

Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1} = c_{11} + c_{12} + c_{21} = 0.25 + 1.31 + 3 = 4.5600000000000005$ мм

Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3} = c_{11} + c_{21} = 0.25 + 3 = 3.25$ мм

Коэффициенты формы:

$\alpha = p / (2[\sigma] + p) = 0.6 / (2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.03$ (принимается не менее 0.03)

$q = 2\alpha R / D_a + 1/2 = 2 \cdot 0.03 \cdot 225 / 159 + 1/2 = 0.585$ (принимается не более 1.0)

$Y_1 = 0.12(1 + (1 + 0.4aq/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1 + (1 + 0.4 \cdot 8 \cdot 0.585 / 0.03)^{1/2}) = 1.075$ (принимается не

менее 1.0)

$$Y_2=Y_1=1.075$$

$$Y_3=0.12(1+(1+0.4a/\alpha)^{1/2})=0.12(1+(1+0.4 \cdot 8/0.03)^{1/2})=1.365 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

Торовые коэффициенты колена:

$$K_1=(4R/Da+1)/(4R/Da+2) = (4 \cdot 225/159+1)/(4 \cdot 225/159+2)=0.869$$

$$K_2=(4R/Da-1)/(4R/Da-2) = (4 \cdot 225/159-1)/(4 \cdot 225/159-2)=1.273$$

$$K_3=1$$

Расчетная толщина стенки трубы:

$$s_R = pDa/(2[\sigma]+p) = 0.6 \cdot 159/(2 \cdot 129.6+0.6)=0.37 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внешней стороны колена:

$$s_{R1} = s_R K_1 Y_1 = 0.37 \cdot 0.869 \cdot 1.075 = 0.35 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена:

$$s_{R2} = s_R K_2 Y_2 = 0.37 \cdot 1.273 \cdot 1.075 = 0.51 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена:

$$s_{R3} = s_R K_3 Y_3 = 0.37 \cdot 1 \cdot 1.365 = 0.51 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок:

$$s_R+c = s_R+c = 4.91 \text{ мм}$$

Труба 133x4

Результати розрахунків

Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1}=c_{11}+c_{12}+c_{21} = 0.2+1.04+1=2.24 \text{ мм}$

Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3}=c_{11}+c_{21} = 0.2+1=1.2 \text{ мм}$

Коэффициенты формы:

$$\alpha=p/(2[\sigma]+p) = 0.6/(2 \cdot 129.6+0.6)=0.03 \text{ (принимается не менее 0.03)}$$

$$q = 2\alpha R/D_a + 1/2 = 2 \cdot 0.03 \cdot 190/133 + 1/2 = 0.586 \text{ (принимается не более 1.0)}$$

$$Y_1=0.12(1+(1+0.4aq/\alpha)^{1/2})=0.12(1+(1+0.4 \cdot 8 \cdot 0.586/0.03)^{1/2})=1.076 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

$$Y_2=Y_1=1.076$$

$$Y_3=0.12(1+(1+0.4a/\alpha)^{1/2})=0.12(1+(1+0.4 \cdot 8/0.03)^{1/2})=1.365 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

Торовые коэффициенты колена:

$$K_1 = (4R/Da+1)/(4R/Da+2) = (4 \cdot 190/133+1)/(4 \cdot 190/133+2) = 0.87$$

$$K_2 = (4R/Da-1)/(4R/Da-2) = (4 \cdot 190/133-1)/(4 \cdot 190/133-2) = 1.269$$

$$K_3 = 1$$

Расчетная толщина стенки трубы:

$$s_R = pDa/(2[\sigma]+p) = 0.6 \cdot 133/(2 \cdot 129.6+0.6) = 0.31 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внешней стороны колена:

$$s_{R1} = s_R K_1 Y_1 = 0.31 \cdot 0.87 \cdot 1.076 = 0.29 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена:

$$s_{R2} = s_R K_2 Y_2 = 0.31 \cdot 1.269 \cdot 1.076 = 0.42 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена:

$$s_{R3} = s_R K_3 Y_3 = 0.31 \cdot 1 \cdot 1.365 = 0.42 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок:

$$s_R + c = s_R + c = 2.53 \text{ мм}$$

Труба 108x4

Результати розрахунків

Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1} = c_{11} + c_{12} + c_{21} =$

$$0.4 + 1.06 + 1 = 2.46 \text{ мм}$$

Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3} = c_{11} + c_{21} =$

$$0.4 + 1 = 1.4 \text{ мм}$$

Коэффициенты формы:

$$\alpha = p/(2[\sigma]+p) = 0.6/(2 \cdot 129.6+0.6) = 0.03 \text{ (принимается не менее 0.03)}$$

$$q = 2\alpha R/D_a + 1/2 = 2 \cdot 0.03 \cdot 150/108 + 1/2 = 0.583 \text{ (принимается не более 1.0)}$$

$$Y_1 = 0.12(1+(1+0.4aq/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1+(1+0.4 \cdot 8 \cdot 0.583/0.03)^{1/2}) = 1.074 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

$$Y_2 = Y_1 = 1.074$$

$$Y_3 = 0.12(1+(1+0.4a/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1+(1+0.4 \cdot 8/0.03)^{1/2}) = 1.365 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

Торовые коэффициенты колена:

$$K_1 = (4R/Da+1)/(4R/Da+2) = (4 \cdot 150/108+1)/(4 \cdot 150/108+2) = 0.868$$

$$K_2=(4R/Da-1)/(4R/Da-2)=(4\cdot 150/108-1)/(4\cdot 150/108-2)=1.281$$

$$K_3=1$$

Расчетная толщина стенки трубы:

$$s_R = pDa/(2[\sigma]+p) = 0.6 \cdot 108/(2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.25 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внешней стороны колена:

$$s_{R1} = s_R K_1 Y_1 = 0.25 \cdot 0.868 \cdot 1.074 = 0.23 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена:

$$s_{R2} = s_R K_2 Y_2 = 0.25 \cdot 1.281 \cdot 1.074 = 0.34 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена:

$$s_{R3} = s_R K_3 Y_3 = 0.25 \cdot 1 \cdot 1.365 = 0.34 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок:

$$s_R + c = s_R + c = 2.69 \text{ мм}$$

Труба 89x3,5

Результати розрахунків

Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1} = c_{11} + c_{12} + c_{21} = 0.35 + 0.95 + 1 = 2.3 \text{ мм}$

Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3} = c_{11} + c_{21} = 0.35 + 1 = 1.35 \text{ мм}$

Коэффициенты формы:

$$\alpha = p/(2[\sigma]+p) = 0.6/(2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.03 \text{ (принимается не менее 0.03)}$$

$$q = 2\alpha R/D_a + 1/2 = 2 \cdot 0.03 \cdot 120/89 + 1/2 = 0.581 \text{ (принимается не более 1.0)}$$

$$Y_1 = 0.12(1 + (1 + 0.4aq/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1 + (1 + 0.4 \cdot 8 \cdot 0.581/0.03)^{1/2}) = 1.072 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

$$Y_2 = Y_1 = 1.072$$

$$Y_3 = 0.12(1 + (1 + 0.4a/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1 + (1 + 0.4 \cdot 8/0.03)^{1/2}) = 1.365 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

Торовые коэффициенты колена:

$$K_1 = (4R/Da+1)/(4R/Da+2) = (4 \cdot 120/89+1)/(4 \cdot 120/89+2) = 0.865$$

$$K_2 = (4R/Da-1)/(4R/Da-2) = (4 \cdot 120/89-1)/(4 \cdot 120/89-2) = 1.295$$

$$K_3 = 1$$

Расчетная толщина стенки трубы:

$$s_R = pDa/(2[\sigma]+p) = 0.6 \cdot 89 / (2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.21 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внешней стороны колена:

$$s_{R1} = s_R K_1 Y_1 = 0.21 \cdot 0.865 \cdot 1.072 = 0.19 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена:

$$s_{R2} = s_R K_2 Y_2 = 0.21 \cdot 1.295 \cdot 1.072 = 0.29 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена:

$$s_{R3} = s_R K_3 Y_3 = 0.21 \cdot 1 \cdot 1.365 = 0.29 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок:

$$s_R + c = s_R + c = 2.49 \text{ мм}$$

Труба 76x3,5

Результаты розрахунків

Суммарная прибавка к внешней стороне колена: $c_{sr1} = c_{11} + c_{12} + c_{21} =$

$$0.35 + 0.96 + 1 = 2.31 \text{ мм}$$

Суммарная прибавка к внутренней и нейтральной стороне колена: $c_{sr2,3} = c_{11} + c_{21} =$

$$0.35 + 1 = 1.35 \text{ мм}$$

Коэффициенты формы:

$$\alpha = p / (2[\sigma] + p) = 0.6 / (2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.03 \text{ (принимается не менее 0.03)}$$

$$q = 2\alpha R / D_a + 1/2 = 2 \cdot 0.03 \cdot 100 / 76 + 1/2 = 0.579 \text{ (принимается не более 1.0)}$$

$$Y_1 = 0.12(1 + (1 + 0.4aq/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1 + (1 + 0.4 \cdot 8 \cdot 0.579 / 0.03)^{1/2}) = 1.071 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

$$Y_2 = Y_1 = 1.071$$

$$Y_3 = 0.12(1 + (1 + 0.4a/\alpha)^{1/2}) = 0.12(1 + (1 + 0.4 \cdot 8 / 0.03)^{1/2}) = 1.365 \text{ (принимается не менее 1.0)}$$

Торовые коэффициенты колена:

$$K_1 = (4R/D_a + 1) / (4R/D_a + 2) = (4 \cdot 100 / 76 + 1) / (4 \cdot 100 / 76 + 2) = 0.862$$

$$K_2 = (4R/D_a - 1) / (4R/D_a - 2) = (4 \cdot 100 / 76 - 1) / (4 \cdot 100 / 76 - 2) = 1.306$$

$$K_3 = 1$$

Расчетная толщина стенки трубы:

$$s_R = pDa/(2[\sigma]+p) = 0.6 \cdot 76 / (2 \cdot 129.6 + 0.6) = 0.18 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внешней стороны колена:

$$s_{R1} = s_R K_1 Y_1 = 0.18 \cdot 0.862 \cdot 1.071 = 0.17 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки внутренней стороны колена:

$$s_{R2} = s_R K_2 Y_2 = 0.18 \cdot 1.306 \cdot 1.071 = 0.25 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки нейтральной стороны колена:

$$s_{R3} = s_R K_3 Y_3 = 0.18 \cdot 1 \cdot 1.365 = 0.25 \text{ мм}$$

Расчетная толщина стенки колена с учетом прибавок:

$$s_{R+c} = s_{R+c} = 2.48 \text{ мм}$$

2.2. Приклад проектування електрокотла для потреб поліграфічного підприємства з використанням в якості теплоносія діатермального мастила

У зв'язку з необхідністю вдосконалення технологічної схеми друку, і як наслідок встановлення нової друкарської машини NOVOFLEX на ТОВ "ПКФ Політара" передбачається монтаж до неї технологічної системи нагрівання та подачі термомасла.

Представлено установку електричного термомасляного нагрівача СДК-240 тепловою потужністю 240 кВт з модульованим регулюванням навантаження (6x40 кВт), що працює від напруги 380 В. Термомасляний нагрівач СДК-240 працює на термальному маслі. Термомасляний нагрівач встановлюються для технологічних потреб друкарської машини NOVOFLEX, циркуляція теплоносія забезпечується насосом Sterling ZTNDT 32200, що встановлюються поруч з нагрівачем. На період пуску і заповнення системи передбачається обвідна лінія повз нагрівач Ду 50.

Для компенсації теплових розширень в тепловій мережі, встановлюються розширювальний бак НТТ АDB 300-1-0.5-Н з об'ємом 300 л, що з'єднаний розширювальним трубопроводом Ду25, із зворотним трубопроводом технологічної (масляної) мережі. Бак встановлюються на технологічній площадці (позн. +5,350), верхня частина бака сполучена з атмосферою. У разі застосуванні закритої системи розширювальні баки від підвищення тиску захищені запобіжним клапаном Leser Ду20/Ду20.

Для аварійного зливу масла використовується пересувна ємність, що сполучається із розширювальним баком через лінію аварійного переливу Ду 25 і встановлюється поруч від баком на вілмітці 0,000. Заповнення системи маслом передбачається за допомогою ручного насосу, що сполучений із вихідною ємністю з маслом гнучким шлангом. Зливання мастила із системи передбачено ручним насосом та через кінцевий спуск, що розташований в нижній частині біля електричного нагрівача.

Систма теплопостачання - відкрита, двотрубна. В перспективі можливо реалізувати закриту систему із застосуванням, як варіант застосування інертного газу - азоту. Теплоносій - високоорганічне термомасло (ВОТ) Heatmax В 32 з робочою температурою до 200 С;

За відносну відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги приміщення виробничого цеху .

Робота термомасляного нагрівача і циркуляційного насосу передбачається в автоматичному режимі без присутності обслуговуючого персоналу. Режим роботи - цілорічно.

Вказівки по монтажу:

- монтаж обладнання та трубопроводів проводити у відповідності з вимогами заводів виробників;

- монтаж трубопроводів проводити з дотриманням інструкції "Инструкции по изготовлению, монтажу и испытанию технологических трубопроводов с условным давлением до 10 кгс/см (0,1 МПа)";

- в найвищих і найнижчих точках трубопровода встановити арматуру для випуску повітря та спуску ВОТ;

- горизонтальні ділянки трубопроводів ВОТ прокласти з нахилом не менше 0,002 в сторону руху середовища;

- трубопроводи після монтажу піддаються гідравлічним випробуванням тиском 1,5 робочого тиску, але не менше 0,2 МПа у відповідності з діючим СНіП 3.05.01-85.

- кріплення трубопроводів до існуючої конструкції будівлі виконати по місцю згідно ОСТ;
- ділянки трубопроводів в місцях проходження через стіни і покриття виконати без зварювальних швів і в захисних футлярах;
- запірну арматуру встановити в місцях зручних для обслуговування;
- опори і підвіски розташувати так, щоб відстань від краю опор до зварювальних стиків трубопроводів була не менше 200 мм;
- відбірні пристрої для КВП, автоматизації повинні бути змонтовані на трубопроводах до проведення гідравличного випробування;
- всі трубопроводи повинні бути пофарбовані у відповідні кольори в залежності від роду теплоносія і мати необхідні надписи згідно ГОСТ 14202-69*;
- трубопроводи та обладнання з температурою поверхні 45°C і вище покриваються тепловою ізоляцією. Перед ізолюванням трубопроводів та обладнання нанести антикорозійну масляно-бітумний захист в два шари по ґрунту ГФ-021 ОСТ6-10-426-89.

2.3. Переваги та недоліки застосування діатермального масла в якості теплоносія

Рідкий теплоносій переносить енергію до місць її споживання (резервуар, подвійна оболонка, підігрів ...), не стикаючись з проблемами тиску, утворення накипу, корозії або замерзання. Це є можливим завдяки особливій природі рідких теплоносіїв, які можуть використовуватися при температурах від 300 °C і тиску, злегка перевищує атмосферний, і до -40 °C. Цей тип установок дозволяє, таким чином, забезпечити виняткову продуктивність при нагріванні, уникнувши при цьому щорічних перевірок обладнання, як у випадку з обладнанням, що працює під тиском.

Переваги та недоліки систем підігріву термального мастила:

- отримання високих температур за відсутності тиску;
- відсутність витрат на воду та її обробку;
- відсутність витрат на обробку конденсату;

- відсутність витрат (втрат), що існують в парових котельнях (шламу, конденсату, солей);
- відсутність корозії котлів;
- відсутність небезпеки замерзання;
- проста і нескладна робота і обслуговування;
- високий енергетичний ККД (термічний);
- тривалий період експлуатації (користування);
- відсутність необхідності будівлі приміщення котельні;
- висока вартість теплоносія;
- підвищують вимоги до теплоізоляції трубопроводів.

Переваги та недоліки парових систем підігріву:

- низька вартість теплоносія;
- високий коефіцієнт теплопередачі від пари до металу;
- отримання високих температур при високому тиску;
- витрати на воду та її обробку;
- витрати на обробку конденсату;
- наявність експлуатаційних втрат, які існують в парових котельнях (шламу, конденсату, солей);

Додатковими втратами, пов'язаними з паровим теплоносієм є:

- втрати з продувкою, нормативне значення - 7%;
- втрати пов'язані з нагріванням теплоносія (при відсутності повернення конденсату) - 16%.

З огляду на вищенаведені втрати, ККД парової котельні, працюючої на природному газі, складає 65%.

Переваги та недоліки газових систем підігріву:

- висока температура теплоносія (відпрацьованих газів);
- висока швидкість нагрівання речовини;
- відсутність трубопроводів подачі/повернення теплоносія і пов'язаних з ними втрат тепла;

- отримання місцевих високих температур речовини, що нагрівається, що спричиняє втрату її якості при тривалому нагріванні;
- втратами тепла в плавильних котлах є конвективні втрати через теплоізоляцію в навколишнє середовище (близько 5% при теплоізоляції товщиною 100 мм) і втрати тепла з димовими газами. Через низьку теплопередачі при ламінарному русі в'язких речовин в плавильних котлах, ККД таких котлів становить близько 55%.

Переваги і недоліки електричних систем підігріву:

- легке і швидке ввімкнення / вимкнення котлів в роботу;
- високий ККД – до 95%, оскільки відсутні втрати з димовими газами;
- відсутність трубопроводів подачі/повернення теплоносія і пов'язаних з ними втрат тепла;
- необхідність великих резервних електричних потужностей на підприємстві;
- висока вартість електроенергії, чи необхідність реорганізації виробничого циклу в нічну зміну.

2.4. Порівняльний аналіз техніко-економічних показників споживачів тепла поліграфічного підприємства із застосуванням діатермального мастила в якості теплоносія

Для зменшення витрат коштів на теплозабезпечення технологічного процесу запропоновано впровадити власну котельню на діатермальному мастилі.

До реконструкції підприємство використовувало електроенергію для нагріву термомасла за ціною 4,2 грн за кВт*год та теплову енергію від сусіднього підприємства за ціною 1200 грн за ГДж.

Нижче наводимо розрахунок споживання теплової енергії на технологічні і господарсько-побутові потреби.

Таблиця 2.1. Розрахунок споживання теплової енергії на технологічні і господарсько-побутові потреби

Найменування	Навантаження, кВт	Час роботи за добу, год/доб	Час роботи за рік, діб/рік	Коеф завантаж ення	Кількість теплоти, ГДж/рік	Кількість теплоти,к Вт*год/рік
Система вентиляції	50	16	180	0,475	246,24	
Опалення	215	24	180	0,475	1588,248	
ГВП	80	5	250	0,8	288	
Всього навантаження госп-побутове					2122,488	
Друкарська машина 1	466	12	250	1	5032,8	1398000
Друкарська машина 2	510	6	250	1	2754	765000
Друкарська машина 3	936	12	250	1	10108,8	2808000
Друкарська машина 4	848	6	250	1	4579,2	1272000
Друкарська машина 5	581	3	250	1	1568,7	435750
Всього технологічне навантаження	3686				24043,5	6678750

Для забезпечення котельні паливом було проведено закупку газу за ціною 30 грн/м³.

Разом з тим не повний сезон котельня працює з максимальним ККД, оскільки має місце недовикористання теплоти відхідних газів.

Таблиця 2.2. Розрахунок затрат та економії коштів від впровадження котельні на діатермальному мастилі

№ п/п	Найменування	Одиниці	Значення
1	ККД1 котла з утилізацією	%	89
2	ККД2 котла без утилізації	%	92
3	Калорійність газу	кДж/м ³	33520
4	Вартість газу	грн/м ³	30
5	Вартість теплової енергії зі сторони	грн/ГДж	1200
6	Вартість ел енергії	грн/кВт*год	4,2
7	Вартість теплової енергії при власному виробництві 1	грн/ГДж	1005,60457
8	Вартість теплової енергії при власному виробництві 2	грн/ГДж	972,813116
9	Затрати до реконструкції	грн/рік	30597735,6
10	Затрати після реконструкції	грн/рік	18334136,6
11	Економія в рік	грн/рік	12263599

3. Охорона праці

3.1.Вимоги до монтажу термомасляної котельної

Технологічні трубопроводи в котельні монтуються із сталевих труб за ДСТУ EN 10216-2:2016. Трубопроводи мережевої води в котельні монтуються із сталевих труб за ГОСТ 10704-98. Трубопроводи гарячого та холодного водопостачання в котельні монтуються з поліпропіленових труб за ДСТУ Б В.2.7-144:2007.

Трубопроводи монтуються по металічним опорам, арматура встановлюється в місцях зручних для обслуговування згідно теплової схеми. У місцях, де неможливо забезпечити обслуговування обладнання та арматури на висоті до +1,500м застосовувати приставну площадку.

Прокладка та монтаж трубопроводів виконувати згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.81-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".

Горизонтальні ділянки трубопроводів прокладати з нахилом 0,002 незалежно від напрямку руху теплоносія.

Після монтажу технологічні (масляні) трубопроводи підлягають гідростатичним або пневматичним випробуванням пробним тиском 1,25 робочого тиску, але не менше ніж 0,5 бар, та не більше 2 бар. В якості контрольного середовища для гідростатичного випробування технологічних трубопроводів заборонено використовувати воду. В якості контрольного середовища для пневматичного випробування допускається використовувати стиснене повітря або азот. Пневматичне випробування обладнання допускається тільки за умови позитивних результатів ретельного внутрішнього огляду та перевірки на міцність обладнання і трубопроводів розрахунком. Час підняття тиску для гідростатичного чи пневматичного випробування має бути не меншим за 10 хв. Час витримки під пробним тиском має бути не меншим за 10 хвилин.

Після монтажу водяні трубопроводи підлягають гідравлічним випробуванням пробним тиском 1,25 робочого тиску, але не менше 0,4 МПа.

Закладні конструкції для КВП повинні бути змонтовані на трубопроводах до виконання гідравлічних випробувань.

Виконання робіт по зварюванню, зварювальні матеріали, методи та об'єм контролю з'єднань - відповідно до СНиП 3.05.05-84 "Технологическое оборудование и технологические трубопроводы". Зварні стикові з'єднання труб та деталей виконувати відповідно до ОСТ 34-42-748-85. Ущільнення різьбових з'єднань виконати леном тріпаном ГОСТ 10330-76 "Льон трепаний. Технічні умови" просоченим свинцевим суриком ГОСТ 29151-73 або ФУМ стрічкою.

Після закінчення монтажних робіт провести гідравлічні випробування всіх трубопроводів котельні відповідно до типу використовуємого теплоносія.

Випробування на міцність та щільність вузлів та трубопроводів виконується при позитивних температурах зовнішнього повітря. При температурі зовнішнього повітря нижче нуля випробування щільності можливе лише у виняткових випадках. Температура всередині приміщення при цьому має бути не нижче 5°C.

Для трубопроводів в котельні передбачається влаштування антикорозійного покриття та теплової ізоляція.

У якості антикорозійного покриття трубопроводів використовується емаль ПФ-115, яка наноситься в 2 шари по ґрунту ГФ-021.

Для захисту від корозії металоконструкцій кріплень трубопроводів в котельні використовується антикорозійне покриття епоксидною фарбою ЕП-51 ГОСТ 9640-85 в 2 шари по ґрунту ЕП-0107 ТУ 12.842586-009-87.

Для теплової ізоляції трубопроводів, обладнання та арматури (технологічних, системи опалення та вентиляції) застосовуються, мінераловатні мати, товщиною 50 мм, ламіновані фольгою.

Для теплової ізоляції трубопроводів та арматури системи гарячого водопостачання, а також для запобігання утворенню конденсату на трубопроводах холодної води передбачається ізоляція трубопроводів трубою ізоляцією фірми «Climaflex» товщиною 9 мм.

Все обладнання, що підлягає обслуговуванню, але може короткочасно чи довготривало мати температури поверхні ≥ 43 °С (за температури навколишнього середовища не більше 25 °С) слід закривати легко з'ємними щитами виготовленими з негорючих матеріалів, що розташовані на відстані від обладнання яка унеможливило отримання опіків обслуговуючим персоналом. Виключенням є розширювальний та акумулюючий бак технологічного контуру які не підлягають теплоізоляції. В зв'язку з чим обслуговування розширювального

баку, що розміщений на висоті 4,12 м відносно підлоги котельні можливе лише за умов охолодження даної ємності до 43 °С (за температури навколишнього середовища не більше 25 °С), що досягається повним чи частковим припиненням роботи котельні (за робочого режиму температура технологічного теплоносія і відповідно температура розширювального баку не перевищує 60 - 70 °С). Акумулюючий бак буде містити технологічний теплоносій за температури 10-20 °С і при цьому незначна кількість технологічного теплоносія, що може надійти з переливного трубопроводу розширювального баку за температури 70 °С не призведе до довготривалого чи короткочасного підвищення температури поверхні акумулюючого баку до 43 °С (за температури навколишнього середовища не більше 25 °С).

У всіх верхніх точках трубопроводів водяної системи встановити повітровипускники, у всіх нижніх точках - дренажі. Дренажі з трубопроводів вивести вздовж стін із забезпеченням вільного доступу до запірної арматури.

Всі дренажі з трубопроводів вивести через воронки до приямку (див. розділ ВК). Дренажі з трубопроводів влаштовуються із видимим розривом струменю.

Злив із запобіжних клапанів вивести через воронки до приямку (див. розділ ВК). Злив влаштовується із видимим розривом струменю.

Кріплення трубопроводів виконати за допомогою кронштейнів з хомутами по серії 5.900-7 "Опорные конструкции и средства крепления стальных трубопроводов внутренних санитарно-технических систем" вип. 4 "Опорные конструкции и средства крепления трубопроводов к стенам, перекрытиям и к

полу. Рабочие чертежи.". Тип та кількість опорних конструкцій уточнити по місцю.

Після влаштування теплової ізоляції на трубопроводи нанести розпізнавальні кольори згідно вимог НПАОП 0.00-1.81-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском". Всю запірну і регулюючу арматуру має бути пронумеровано згідно зі схемою.

Відомість видів робіт, для яких необхідно складати акти обстеження прихованих робіт згідно ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва":

1. Прокладання трубопроводів у гільзах через огорожувальні конструкції.
2. Підготовка поверхонь обладнання і трубопроводів під захисні антикорозійні покриття.
3. Виконання окремих елементів антикорозійного покриття.
4. Пошарове нанесення теплоізоляції.

3.2.Інструктивний матеріал для безпечної роботи технологічної системи нагрівання термомасла

Дана інструкція описує технологічну систему нагрівання та подачі термомасла до друкарської машини NOVOFLEX ТОВ «ПКФ «Політара».

Систему предствлено на рис.3.1.

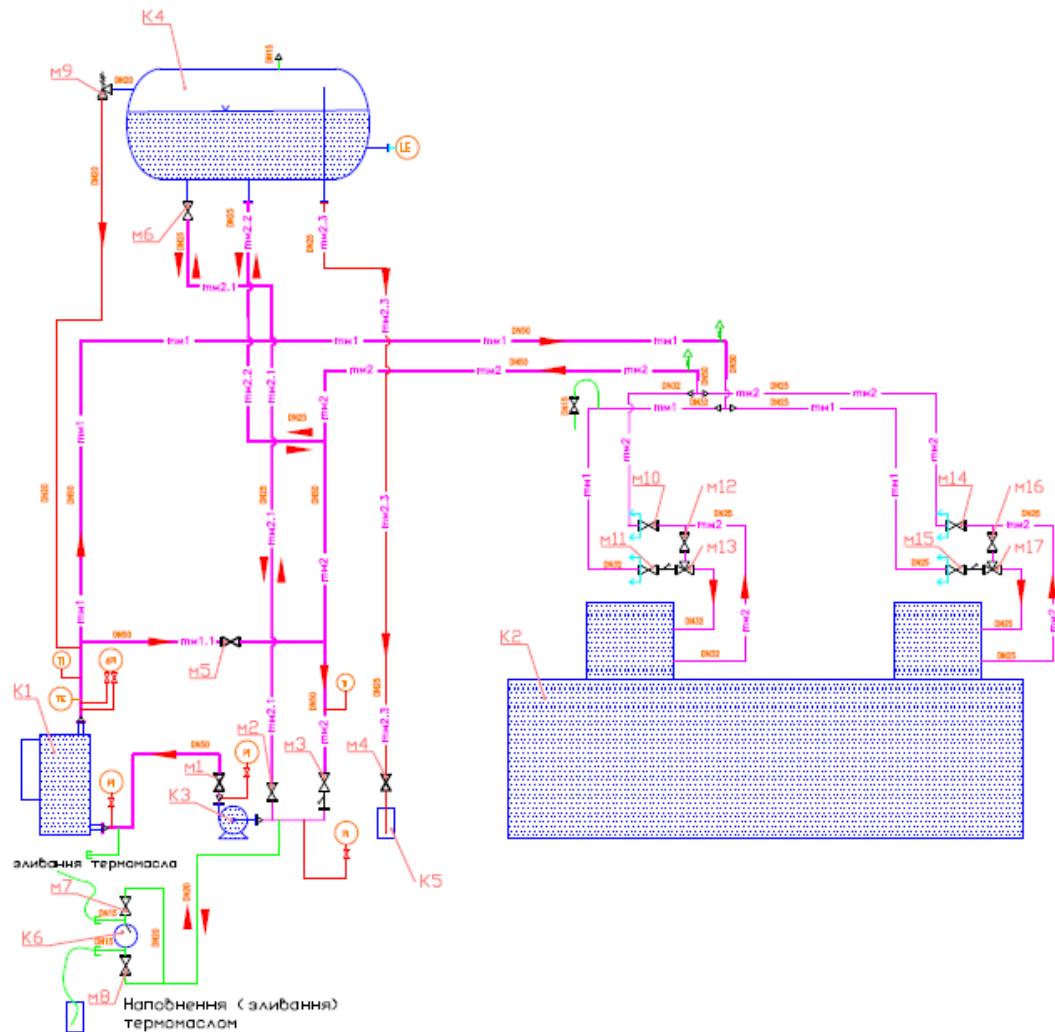


Рис.3.1. Технологічна система нагрівання та подачі термомасла до друкарської машини NOVOFLEX

В Систему входить K1 електричний термомасляний нагрівач СДК-500 призначений для нагрівання термального масла – теплоносія, K2 – друкарська машина NOVOFLEX – споживач тепла, K3 - циркуляційний насос для термального масла, K4 - розширювальний бак термального масла, K5 - ємність

аварійного зливу термального масла, К6 – ручний насос завантаження термомастила, а також з трубопроводів термомастила і арматури.

Нижче наводимо значення маркування трубопроводів.

Умовні позначення


	тм1	прямий трубопровід термомасла
	тм1.1	байпасний трубопровід термомасла
	тм2	зворотній трубопровід термомасла
	тм2.1	випарний трубопровід термомасла холодного пуску
	тм2.2	трубопровід розширення термомасла
	тм2.3	переливний трубопровід термомасла
	тм2.4	трубопровід аварійного зливу термомасла

Рис.3.2. Маркування трубопроводів

Заповнення та спорожнення системи

Заповнення системи проводиться через трубопровід заливу і зливу термомасла. Для цього необхідно вихідну ємність із термомаслом становити біля насосу і приєднати до неї **нижнім** гнучким трубопроводом, відкрити арматуру м7, а м8 має бути закрита, відкрити арматури м2, м3, м6, м10, м11, м13, м14, м15, м17. Масло подавати ручним насосом К6 через трубопроводи тм1, тм2, тм2.1, тм2.2

Діатермальне мастило заповнюватиметься до тих пір, поки воно не почне сочитися із продувних заглушок, коли це почне відбуватися, потрібно відразу їх закрити (знаходиться на вході в котел Ду 20).

Далі в розширювальному баку К4 необхідно встановити мінімальний рівень (як правило цей рівень становить $\frac{1}{4}$ висоти баку).

Повітря з системи має вийти через розширювальний бак К4 та повітряники розміщені на найвищій точці колекторів трубопроводів тм1, тм2 Ду50. Перевірку наявності термомасла в системі можна через штуцер Ду15, що розташований біля друкарської машини К2 на трубопроводі тм1 Ду32.

Мастило необхідно заповнювати повільно для того, щоб повітря змогло видавлюватися і проходити через товщу рідини.

Запустити циркуляційний насос на пару хвилин, а потім вимкнути декілька хвилин. Повторити цю процедуру 2-3 рази. Продути всі точки і перевстановити рівень в розширювальному баку К4. Продовжувати таким чином до тих пір, поки не вийде все повітря.

Під час стадії заповнення постійно перевіряти систему на відсутність протікань, не допускати попадання бруду в мастило. При виявленні протікань необхідно відразу їх усувати без злиття системи (при можливості).

Спорожнення системи проводиться в умовах процесу заповнення необхідно тільки кран м7 закрити, а кран м8 відкрити, **верхній** гнучкий трубопровід встановити в пересувну ємність, куди відкачувати відпрацьоване термомасло. Залишки термомасла можна злити через відвід, що розташовано перед входом термомасла на нагрівач К1.

Нормальний технічний ресурс діатермального мастила складає 12 000 – 16 000 робочих годин. Зразки мастила повинні тестуватися кожні шість місяців. Необхідно проводити заміну мастила, коли воно почне старіти і уже не зможе бути регенероване.

Процедура спорожнення повинна виконуватися, коли температура мастила буде нижче 50 °С.

Організації робіт по введенню системи в роботу, вихід на робочі параметри, контроль під час роботи

Після заповнення системи мастилом необхідно ввімкнути циркуляційний насос К3 для вилучення повітря із системи (деаерація системи) і перевірки наявності протікань. Циркуляція відбувається при вимкнених тенах і триває 24-48 годин.

При цьому мають бути відкриті наступна арматура м1, м2, м3, м4, м6, м10, м11, м13, м14, м15, м17, а закриті м5, м7, м8, м12, м16. Мастило буде

направлено по лінії тм1 в друкарську машину К2 і повернеться через лінію тм2 на насос К3 і далі на котел К1.

Вмикання тенів: при першому запуску необхідно нагріти термічне мастило до 90 °С і залишити циркуляцію на 24 години для вилучення вологи із мастила. Повітря буде вилучатися через лінії тм2.1, тм2.2. Вилучення вологи буде здійснюватися через лінію тм2.2.

Після вилучення повітря із системи і вологи із теплоносія дозволено запускати нагрівач на максимальну потужність.

Стадія сушки мастила проводиться при працюючому циркуляційному насосі встановивши мінімальну потужність і поступово довести температуру (макс. 40 °С/год, 10°÷15°С між 90°С і 120 °С) до 100 °С. Вище цього значення температури наявна волога почне перетворюватися в пару, що призведе до кавітації циркуляційного насоса.

Забруднюючі речовини, що знаходяться в мастилі під час його циркуляції (пил, пісок, ржавчина, відкладання, абразивні включення і металічні частинки, що попали в контур під час збирання і зварювальних робіт, повинні будуть пізніше вилучені за допомогою фільтра, що встановлений на лінії тм2 перед насосом.

Об'єм мастила, що циркулює в системі, змінюється в залежності від його температури.

Діатермальне мастило збільшується в об'ємі приблизно на 7% при кожному підвищенні температури на 100°С. Це призводить до необхідності компенсувати теплове розширення мастила за допомогою розширючого баку К4.

Мастило повинно займати не менше ¼ об'єму баку К4 в холодному стані; мастило не повинно перевищувати ¾ об'єму баку К4 в гарячому стані.

При переповненні баку повинно спрацювати лінія тм2.3, що з'єднує бак К4 із емністю аварійного зливу мастила К5. Після вилучення вологи з мастила кран м2 закрити.

Порядок роботи

- 1.** Перед початком роботи оператор повинен перевірити:

- роботу циркуляційного насосу К3;
- рівень в розширювальному баку К4;
- заземлення нагрівача.

2. Ввімкнути систему управління вимикачем, що розташований на боковій стінці шафи управління.

3. Вибрати режим роботи («Авто» або «Ручной»).

4. Задати необхідну температуру и зону пропорційності (при автоматичному режимі роботи).

5. Ввімкнути перемикач ПУСК.

Під час експлуатації системи необхідно проводити наступний контроль:

- Якості мастила;
- Стан масляного фільтра;
- Рівня мастила в баку;
- Температури мастила (на вході і виході з нагрівача);
- Тиск мастила після фільтра до насоса;
- Тиск мастила після насоса;
- Тиск мастила перед нагрівачем.

Відбір проб дітермального мастила

Рекомендований інтервал для відбору проб и аналізу мастила складає кожні півроку, за виключенням тих випадків, коли виникають самостійні незалежні проблеми, пов'язані з мастилом, і що потребують швидкої перевірки.

Ці процедури повинні виконуватися при температурі мастила менше 50 °С для того, щоб уникнути окислення при контакті з повітрям. Зразок мастила необхідно зібрати в стерилізовану скляну посудину або пластмасову посуду порціями по 1/4-1/2 літра. Зразки необхідно відправити на тестування в лабораторію. Аналіз підтверджує стан спрацювання мастила і природу можливий збоїв установки. Головний аналіз повинен виконуватися для того, щоб отримати вказівки по відношенню мастила, що знаходиться в системі, і повинен описувати:

В'язкість: зниження в'язкості показує наявність деякого ступеня розтріскування; підвищення вказує на наявність окислення.

Займання: зниження температури займання вказує на розтріскування.

Вуглецевий залишок коксу: підвищення вуглецевого залишку коксу вказує на розтріскування.

Рекомендується записати результати цих аналізів і відповідні зауваження, і залишити їх для архівування або для звіту в технічному паспорті установки разом з даними опису зразка (дата, точка відбору проб, температура, години роботи).

Організації робіт при плановому виведення системи в ремонт і при виникненні аварійної ситуації

При плановому виведення системи в ремонт необхідно виконати зупинку роботи системи і при необхідності виконати спорожнення необхідної частини системи від мастила.

Зупинка роботи системи відбувається у такій послідовності:

- Зниження потужності нагрівача до повного вимкнення, і як наслідок зниження температури мастила до 50 °С, а згодом і до температури навколишнього середовища;

- Вимкнення циркуляційного насосу.

Перед початком ремонтних робіт необхідно повністю відключити все електрообладнання (нагрівач, циркуляційний насос). Дотримуйтесь загальних правил техніки безпеки.

При експлуатації системи можливі наступні аварійні ситуації:

- Пошкодження масляної системи і витікання мастила в цех;
- Вихід із ладу нагрівача;
- Вихід із ладу циркуляційного насосу;
- Переповнення розширювального баку і виливання мастила в цех.

При виникненні аварійної ситуації необхідно вимкнути нагрівач і циркуляційний котел і знайти джерело та причину її виникнення.

При необхідності спорожнити систему від мастила, виконати ремонтні роботи і знову наповнити систему мастилом.

Ненормальності роботи

<i>Несправність</i>	<i>Можлива причина</i>	<i>Усунення</i>
Не світить лампа «СЕТЬ», не світиться панель контролера	<ul style="list-style-type: none"> - не подано живлення на силову шафу - вийшли із ладу запобіжники 	<ul style="list-style-type: none"> - перевірити подачу живлення - замінити запобіжники
При включені перемикача «ПУСК» запуск нагрівача не відбувається	<ul style="list-style-type: none"> - не включено циркуляційний насос - не включений захисний термостат або пошкоджений кабель термостата 	<ul style="list-style-type: none"> - перевірити включення насоса - перевірити роботу термостата і, при необхідності, замінити
На табло контролера температура на виході котла перевищує 800 °С	<ul style="list-style-type: none"> - несправність датчика температури - обрив лінії зв'язку 	<ul style="list-style-type: none"> - перевірити датчик температури і лінію зв'язку. При працездатності датчика його опір при кімнатній температурі повинно складати приблизно 110 Ом.

ВИСНОВКИ

При впровадженні котелень на діатермальному мастилі є ряд переваг і недоліків. Але в цілому при реалізації даного технічного рішення на поліграфічному підприємстві можна зазначити наступне:

1. Вартість теплової електричної енергії, що використовується для нагрівання термомастила безпосередньо в друкарських машинах завелика, про що свідчить більша витрати коштів за рік до реконструкції;

2. Влітку, коли немає споживання тепла на опалення та тепловентиляцію, ККД діатермального котла нижче, оскільки утилізація димових газів низька і температура відхідних газів висока. Це пов'язано із специфікою температурного рівня роботи друкарських машин, що не може бути низьким, і як наслідок зменшує ефективність системи в цілому;

3. Система стає більш гнучкою, оскільки може бути використана схема до реконструкції і схема після реконструкції;

4. Перехід на стару схему теплопостачання (електричний нагрів) можливий за нижчої ціни на електричну енергію або за вищої ціни на природній газ;

5. Проект економічно привабливий оскільки має значний економічний ефект при даній кон'юктурі ринку і ціні на енергоносії;

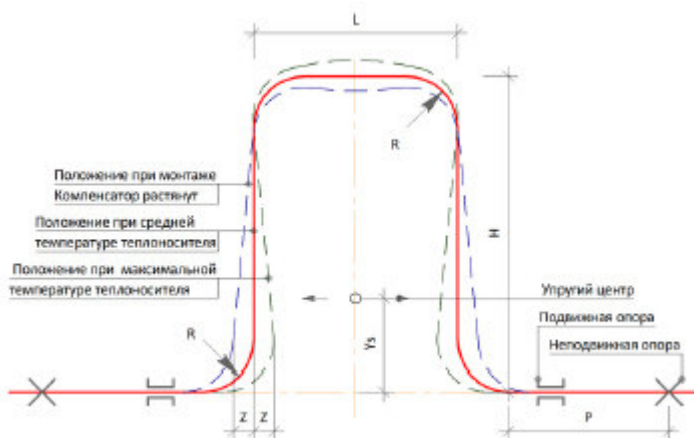
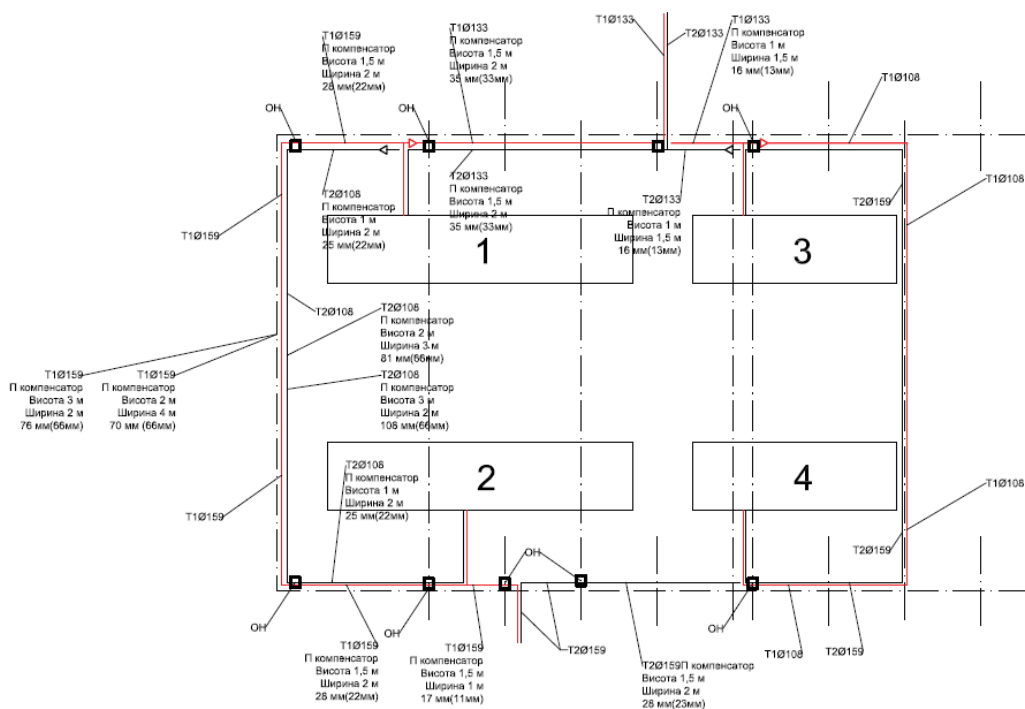
6. Разом з тим при незначних навантаженнях (технологічних) можливе і використання електронагріву термомастила в спеціалізованих котлах, де відсутній безпосередній нагрів термомастила в друкарських машинах;

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва" [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>
2. ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-360>;
3. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-204>;
4. ДБН В.2.5-39-2008 «Теплові мережі» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-204>;
5. ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_77/1-1-0-1185;
6. Инструкция, описание котельных установок серии «TRC» фирмы «Babcock Wanson», Италия. [S.l.] 2011.
7. Инструкция, описание котельных установок типа TH/V, TH/AR, TH/CP, THV, THM/V . [Б.м.,] 2009.
8. Масло теплоносій АМТ-300 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://emberoil.com/industrialnie-masla/teplonositeli/amt-300>
9. Методичні рекомендації до викон. випускної кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс] на здобуття освіт. ступ. «Магістр» за спец. 144 «Теплоенергетика» освіт.-проф. прогр. «Теплоенергетика та енергоефективні технології» ден. та заоч. форми навч. / уклад. М.О. Прядко, В.М. Філоненко, В.О. Бойко, Н.В. Іващенко - К.: НУХТ, 2021. - 36 с.
10. НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://dnaop.com/html/54633/doc-0.00-1.76-15>;
11. НПАОП 0.00-1.81-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском"
12. НПАОП 0.00-1.81-18 «НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://dnaop.com/html/54590/doc-F_0.00-1.81-18;

13. Правила пожежної безпеки в Україні;
14. Прядко, М. О. Теплові мережі : навчальний посібник / М. О. Прядко, В. І. Павелко, С. М. Василенко – К.: Алерта, 2005. – 227 с.
15. Руководство по техническому использованию судового термомасляного котла типа «ТН» итальянской фирмы «GARIONI NAVAL». [S.l.,] 2004.

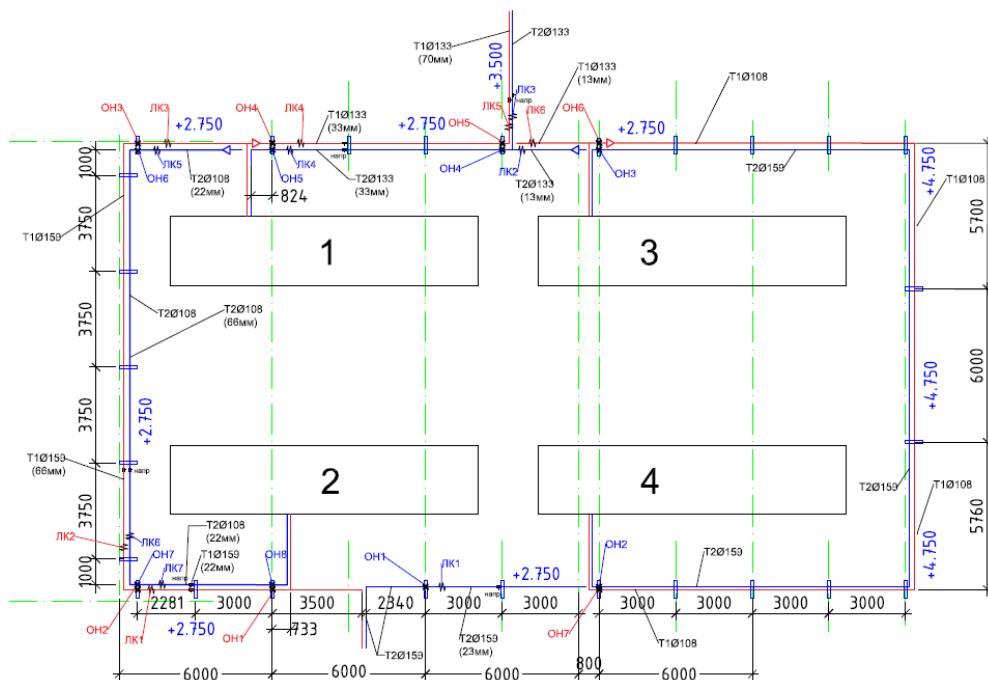
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ П-ПОДІБНИХ КОМПЕНСАТОРІВ



$D_n = 159$ мм - наружный диаметр трубопровода
 $t = 4.5$ мм - толщина стенки трубы
 $H = 2$ м - вылет компенсатора
 $L = 4$ м - ширина компенсатора
 $R = 225$ мм - радиус оси отвода
 $S = 170$ МПа - изгибающее напряжение
 $E = 200000$ МПа - модуль упругости стали

$h = 1.00$ - геометрическая характеристика гибкости трубы
 $k = 1.00$ - коэффициент гибкости отвода
 $L_{pr} = 20$ м - приведенная длина оси компенсатора
 $Y_s = 0,60$ м - расстояние от оси трубопровода до упругого центра
 $I_{xs} = 14$ м³ - момент инерции упругой линии оси компенсатора относительно оси X
 $P_x = 9958$ Н - сила упругого отпора компенсатора
 $M = 13941$ Н - максимальный изгибающий момент в спинке компенсатора
 $F = 108$ мм - компенсирующая способность без предварительной растяжки
 $2F = 216$ мм - компенсирующая способность с предварительной растяжкой
 $Z = 54,0$ мм - ход компенсатора
 При монтаже следует растянуть компенсатор на 108 мм.

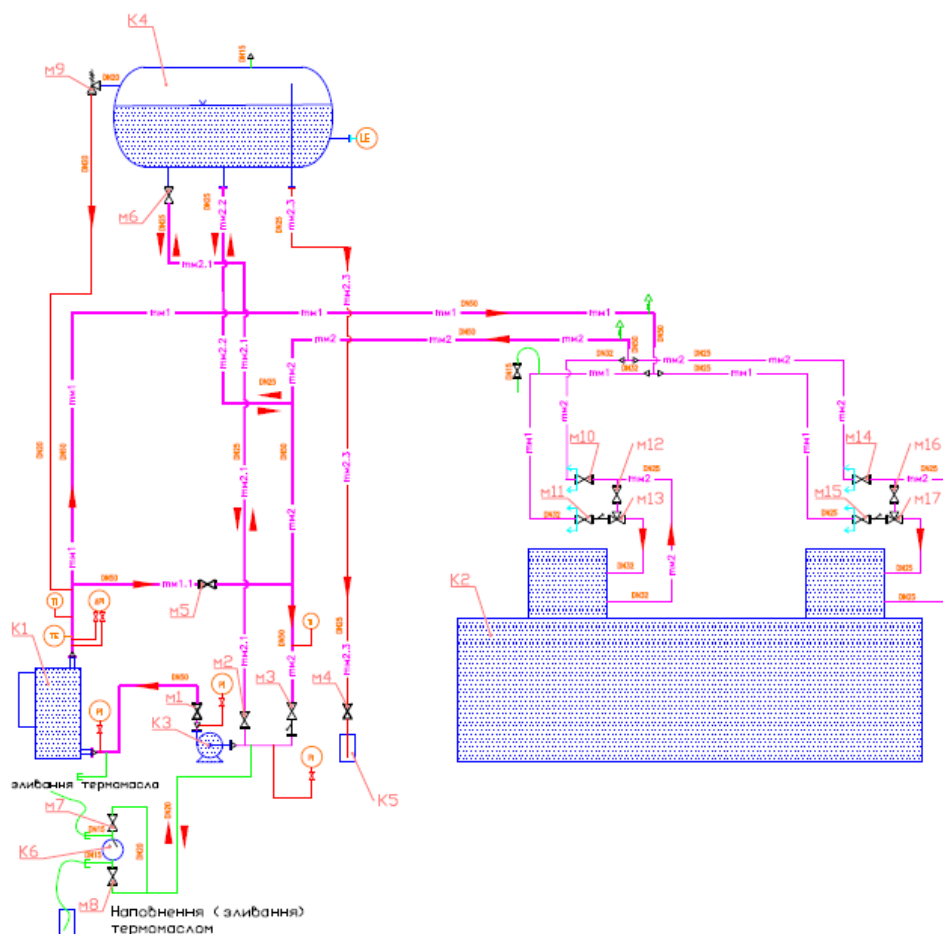
**РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ЛІНЗОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ,
МІСЦЕ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПОР**



Лінзові компенсатори

	Подовження, мм	Діаметр, мм		Подовження, мм	Діаметр, мм
Т91			Т92		
ЛК1	22	159	ЛК1	23	159
ЛК2	66	159	ЛК2	13	133
ЛК3	22	159	ЛК3	70	133
ЛК4	33	133	ЛК4	33	133
ЛК5	70	133	ЛК5	22	108
ЛК6	13	133	ЛК6	66	108
			ЛК7	22	108

ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА НАГРІВАННЯ ТА ПОДАЧІ ТЕРМОМАСЛА ДО ДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ NOVOFLEX



Позн.	Позначення	Найменування	Кільк
K1	СДК-240, Q=240 кВт	Електричний термомасляний нагрівач	1
K2	Novoflex	Друкарська машина	1
K3	Sterling ZTNDT 32200 Q=18 м³/год, H=48 м в.ст	Циркуляційний насос для термального масла	1
K4	НТТ АDB 300-1-0.5-Н, V=300 л	Розширювальний бак термального масла	1
K5	V=20 л	Ємність аварійного зливу термального масла	1
K6		Ручний насос завантаження термального масла	1

Умовні позначення

- **tm1** — прямий трубопровід термомасла
- **tm1.1** — байпасний трубопровід термомасла
- **tm2** — зворотній трубопровід термомасла
- **tm2.1** — випарний трубопровід термомасла холодного пуску
- **tm2.2** — трубопровід розширення термомасла
- **tm2.3** — переливний трубопровід термомасла
- **tm2.4** — трубопровід аварійного зливу термомасла