

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Державний біотехнологічний університет

## Методичні вказівки

до виконання лабораторно–практичного заняття:

# ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ДЛЯ МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

з дисципліни «Експлуатація обладнання та машин переробних і харчових  
виробництв»

Для студентів стаціонару та заочної форми навчання

Затверджено  
на засіданні кафедри обладнання та  
інжинірингу переробних і харчових  
виробництв  
Протокол №18 від 27.04.2023р.

Затверджено  
на засіданні методичної ради  
факультету мехатроніки та  
інжинірингу  
Протокол №4 від 04.05.2023р.

Харків – 2023

Укладачі:

П.В. Гурський, О.В.Богомолів, С.Г. Іващенко, С.А. Денисенко

Експлуатація теплообмінних апаратів для молочного виробництва:  
Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторно-практичної  
роботи студентам денної та заочної форми навчання. – Х.: ДБТУ, 2023. – 30 с.

Рецензенти:

Шуляк М.Л., доктор технічних наук, професор (зав.кафедри тракторів і  
автомобілів)

Артёмов М.П., доктор технічних наук, професор (зав.кафедри оптимізації  
технологічних систем в рослинництві)

Методичні вказівки призначені для набуття практичних навичок при виконанні лабораторно-практичної роботи навчальної дисципліни «Експлуатація обладнання і машин переробних і харчових виробництв».

У методичних вказівках пропонується короткий огляд основних характеристик харчового обладнання та дій персоналу при його експлуатації.

Призначені для студентів вищих навчальних закладів технічних спеціальностей.

© Гурський П.В., Богомолів О.В., Іващенко С.Г.,  
Денисенко С.А., 2023

© Державний біотехнологічний університет, 2023

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

**Тема:** Експлуатація теплообмінних апаратів для молочного виробництва.

**Мета:** Вивчити основні правила експлуатації пластинчастих та трубчастих пастеризаторів. Придбати практичні навички в складанні схем розбирання пастеризаторів для обслуговування та заміни швидкозношувальних деталей.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

#### 1. Пластинчасті пастеризаційно - охолоджувальні установки

**Монтаж.** Перед монтажем пластинчастого теплообмінника варто ретельно оглянути всі його частини, переконатися в їхній справності та чистоті. Пластини перед встановленням протирають і промивають теплим содовим розчином, оглядають стан гумових ущільнювальних прокладок, штанги та різьблення затискних муфт злегка змащують. Оглядають також стан гумових ущільнень на притискній і проміжній плитах. Пластини встановлюються на місце виключно у певному порядку відповідно до нумерації (згідно рядкових номерів) і схемам компонування пластин. Неправильне розташування пластин може порушити потік продукту і теплоносія, призвести до псування продукту або порушенню температурного режиму. Після встановлення всіх пластин і плит на штанги укладають розпірні втулки а за допомогою муфт спеціальним ключем пластини стискають. Щоб уникнути перекосу варто рівномірно затягувати гвинтові муфти на нижній і верхній штангах до збігу контрольних стрілок на розпірних втулках із центром (з рисою) вертикальної розпірки обох штанг.

**Монтаж пластинчастого теплообмінника.** Пластинчастий теплообмінник встановлюють на чистій підлозі без кріплення на опорних ніжках. Одночасно із цим перевіряють положення трубопроводів, що з'єднують пластинчастий теплообмінник із сепараторами, гомогенізатором і насосом. Рами одностороннього та двостороннього теплообмінників представлено на рис.3, рис.4.

Після монтажу пластинчастого теплообмінника встановлюють зрівняльний бак, молочний насос, витримувач і пульт керування, з'єднують їхніми трубопроводами. Монтують трубопроводи подачі води і розсолу. Положення зрівняльного бака пульта і насоса вивіряють за рівнем. Бойлер і водяний насос встановлюють із вивіркою їхнього положення щодо пластинчастого теплообмінника.

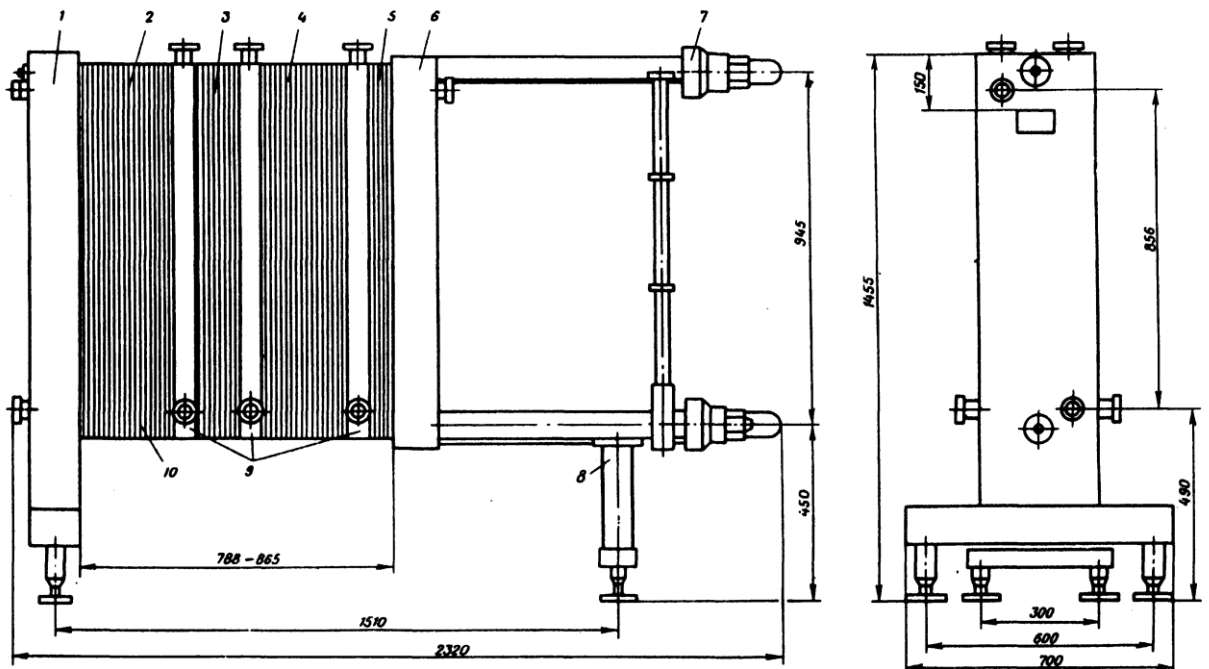


Рис. 1. Загальний вид пластинчастого апарата марки А1-ОПК-5:  
 1 – станина; 2 – секція пастеризації; 3 – секція регенерації II; 4 – секція регенерації I; 5 – секція нагрівання; 6 – натискна плита; 7 – затискний пристрій;  
 8 – ніжка; 9 – розділова плита; 10 – теплообмінні пластини.

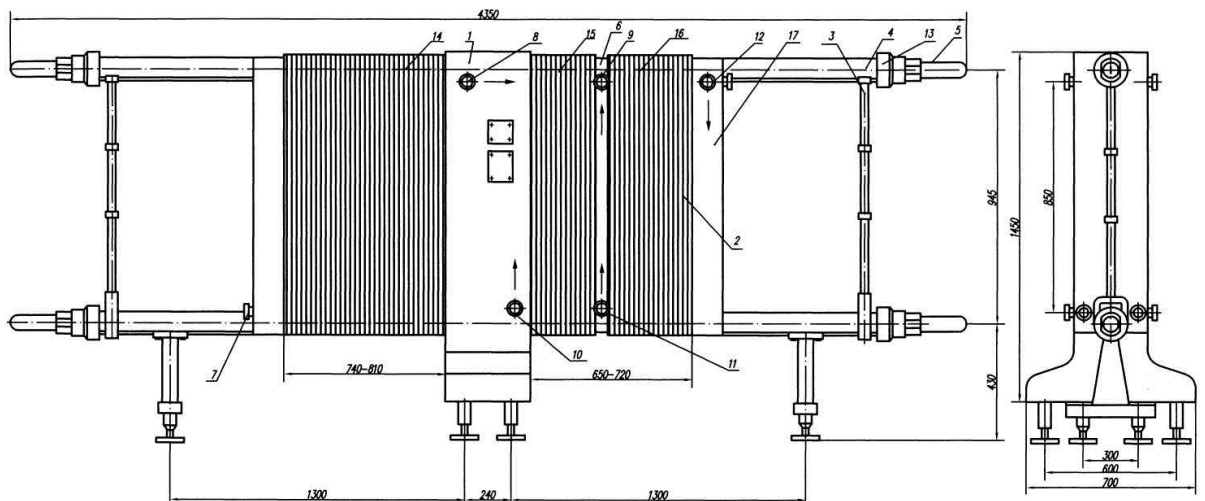


Рис. 2. Загальний вид пластинчастого апарата марки А1-ОПЛ-10.

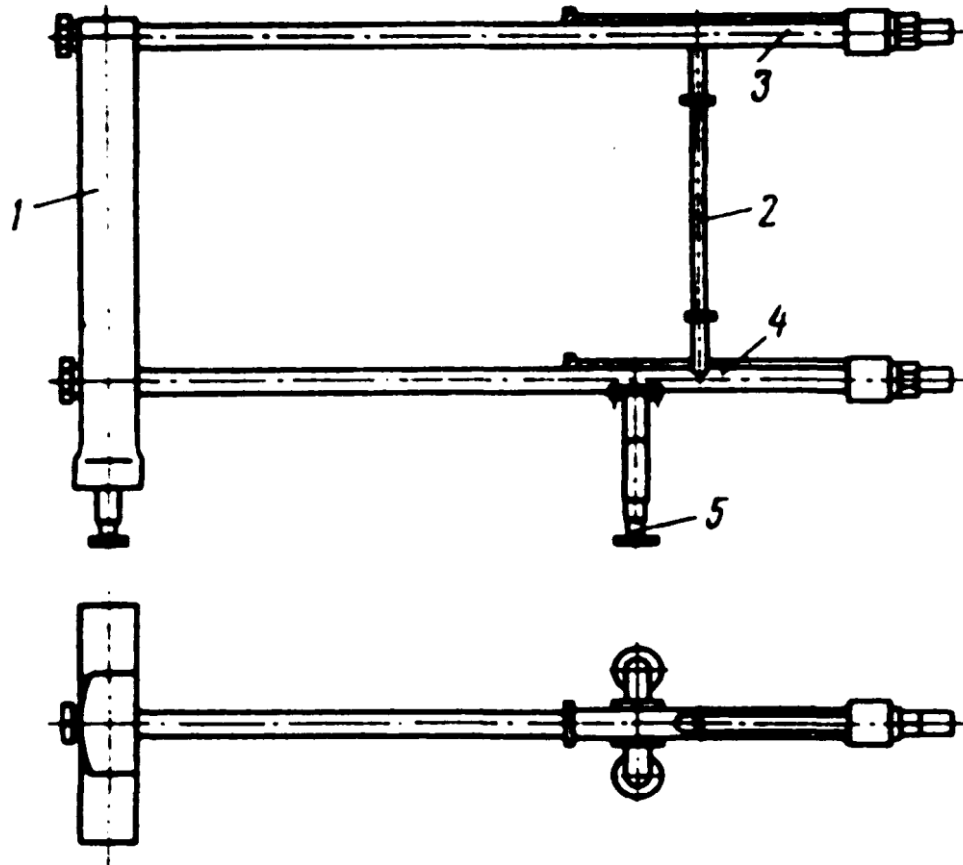


Рис. 3. Рама розбірного одностороннього пластинчастого теплообмінника:  
 1 – нерухома плита; 2 – кінцева стійка; 3 – верхня штанга; 4 – нижня штанга;  
 5 – регульована опорна ніжка.

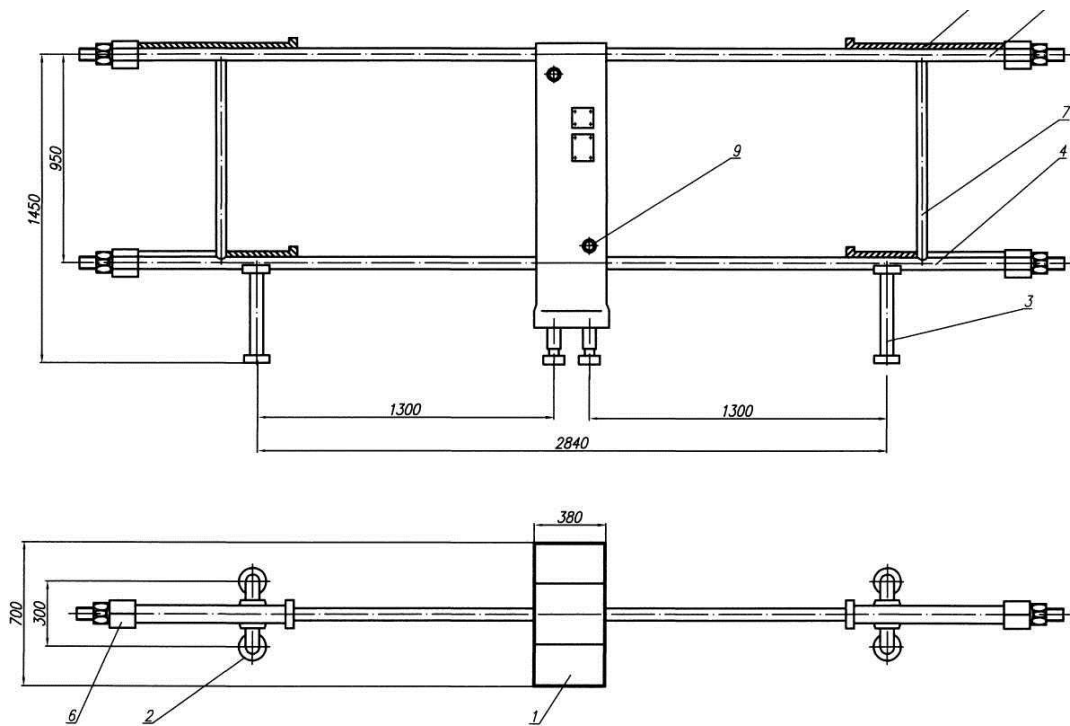


Рис. 4. Рама розбірного двоостороннього пластинчастого теплообмінника:  
 1 – нерухома плита; 2 – п'ятка; 3 – регульована опорна ніжка; 4 – нижня штанга;  
 5 – верхня штанга; 6 – гайка; 7 – кінцева стійка; 8 – компенсатор; 9 – штуцер.

**Підготовка установки до роботи.** При підготовці установки до пуску збирають теплообмінний апарат. Спеціальним ключем поперемінно підтягують гайки затискного пристрою і підтискають пластини так, щоб нульові оцінки на шкалах, закріплених на накладках, встановлених на верхній і нижній штангах, збіглися із центром розпірної стійки. Таке положення відповідає найменшому стисканню пластин. Потім до штуцерів теплообмінного апарата приєднують трубопроводи для молока, води і розсолу. Установку промивають і стерилізують гарячою водою при температурі 85<sup>0</sup> С; при цьому подачу в апарат холодної води і розсолу не роблять.

Перед стерилізацією в усіх установках, на пульті керування один перемикач поставити в положення "Стерил", а іншої – у положення автоматичної роботи. Стерилізація проводиться в плинні 20...30 хв із моменту виходу із пластинчастого теплообмінника чистої води. Закінчивши стерилізацію, витісняють із апарата воду і відразу починають подачу молока, поки апарат не охолонув. Стерилізацію установки ОПУ-10 проводять тільки при ручному дистанційному керуванні. При цьому перший перемикач потрібно поставити в положення "Дист", ключем керування відкрити регулюючий паровий клапан і поступово його закрити як тільки температура води дійде до 85<sup>0</sup> С, виключити міст секції охолодження, перемикач пропускнуго клапана поставити в положення "Повернення", що буде сигналізуватися червоною лампочкою.

**Пуск установок і робота на них.** Перед пуском молока в установку один із сепараторів повинен працювати на повних оборотах, а прилади на пульті керування повинні бути встановлені на автоматичну подачу. Після цього включають подачу молока (суміші морозива) насосом або самопливом з молокозберігального резервуара в зрівняльний бак, а потім включають насос для подачі продукту в пластинчастий теплообмінник, насос для подачі гарячої води і подачу пари. Спочатку молоко витісняє воду, що залишилася після стерилізації, що спускають у каналізацію через триходовий кран, встановлений у трубопроводі виходу охолодженого молока, і через спускний кран витримувача. Воду спускають доти, поки не піде молоко, тоді крани закривають. На початку роботи, поки температура продукту у витримувачі не досягне заданої, продукт із апарата

повертається пропускним клапаном назад у зрівняльний бак. Коли спрацює пропускний клапан на пастеризацію молока, включають подачу холодної води і розсолу. Пластинчастий теплообмінник включають в роботу з технологічної схеми. Робота установки та електричної схеми в автоматичному або ручному режимі наведена при описанні пристрою кожної марки установки, і з нею апаратник повинен ретельно ознайомитися.

Для нормальної роботи апарата необхідна безперервна подача продукту через теплообмінник при повній продуктивності. При зниженні продуктивності (потіку) продукт пригоряє на пластинах, що веде до ще більшого зниження продуктивності. Рівень продукту в зрівняльному баці повинен бути не менш 300 мм. При більш низькому рівні засмоктується повітря разом із продуктом. Після 3...4 – годинної роботи установки (залежно від забруднення молока) включають другий сепаратор-молокоочисник і після того, як він набере робоче число оборотів, перемикають у нього потік молока триходовим краном, а перший сепаратор зупиняють, розбирають і миють.

При закінченні роботи установки припиняють подачу молока в зрівняльний бак і негайно, щоб не було підсмоктування повітря, пускають у бак воду для витиснення молока з апарата. Закінчення виходу молока визначають по кольору струменя рідини, що виходить через триходовий кран. Потім кран 4 відкривають повністю на скидання води в каналізацію, припиняють подачу пари, холодної води і розсолу. Виключають насос для гарячої води а протягом 10...15 хв систему промивають водою, після чого виключають насос для молока, молокоочисник і щит керування. З ропної секції зливають розсіл і промивають секцію протягом 2...3 хв водою зі шланга з боку входу розсолу.

У випадку частого утворення пригару молока на пластинах у секції пастеризації пригар переходить у важко молочний камінь, що видаляє. Для запобігання його утворення необхідно не подавати в апарат молоко підвищеної кислотності, не допускати тривалої його роботи без мийки, не переривати подачу молока, по закінченні роботи а у випадку змушеної перерви негайно пустити в апарат холодну воду, не видаляти залишки молока гарячою водою, вчасно

видаляти свіжий молочний камінь, виключно дотримуватися температурного режиму пастеризації молока і паспортної продуктивності установки.

На рис.5 та рис.6 представлено монтажну схему та загальний вид пастеризаційно-охолоджувальної установки А1-ОКЛ-10.

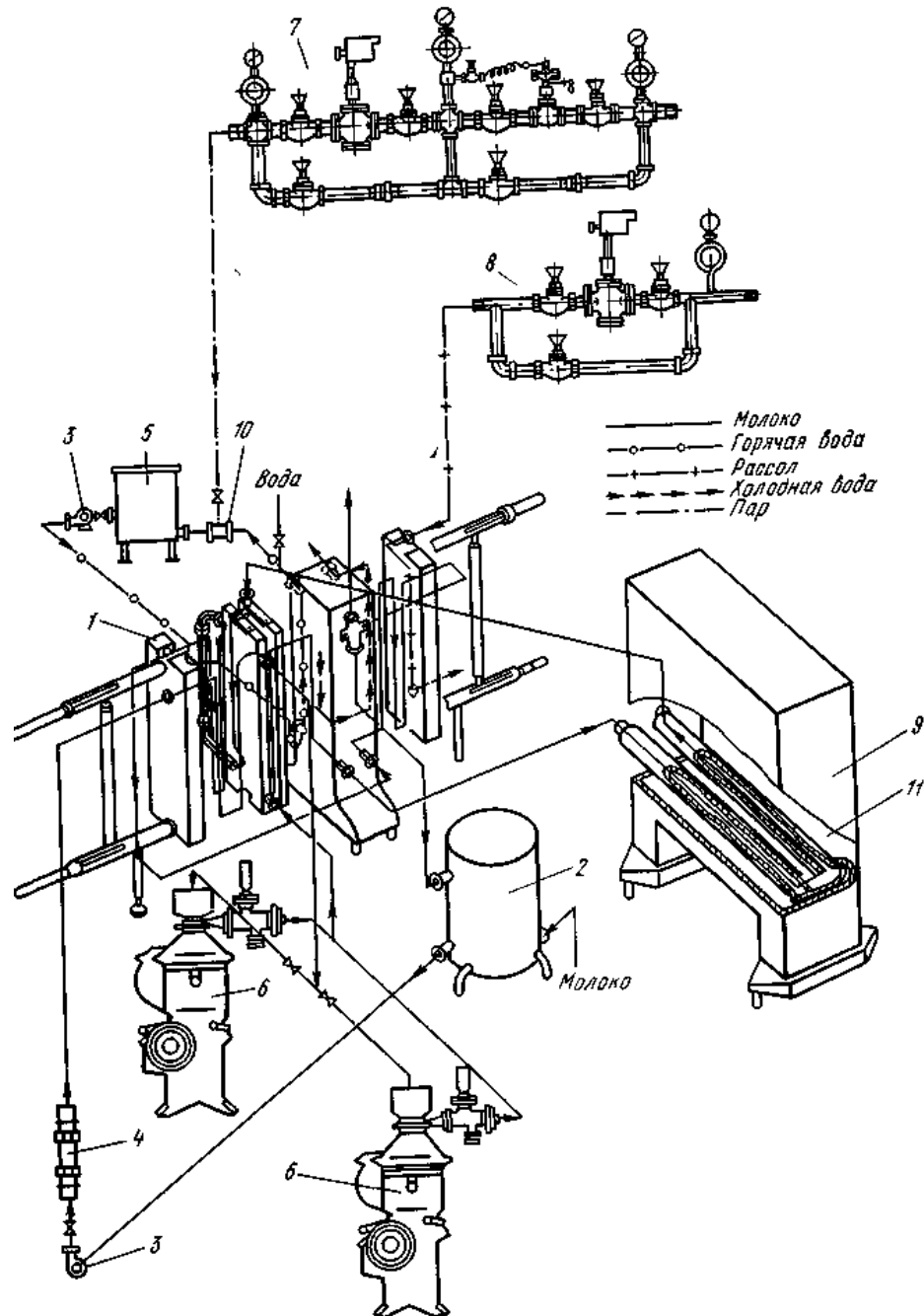


Рис. 5. Монтажна схема пастеризаційно-охолоджувальної установки А1-ОКЛ-10:  
 1 – пластинчастий пастеризатор; 2 – бак зрівняльний; 3 – насоси; 4 – стабілізатор потоку; 5 – бойлер для гарячої води; 6 – сепаратори; 7 – паропровід;  
 8 – трубопровід для крижаної води; 9 – пульт керування; 10 – інжектор;  
 11 – витримувач.



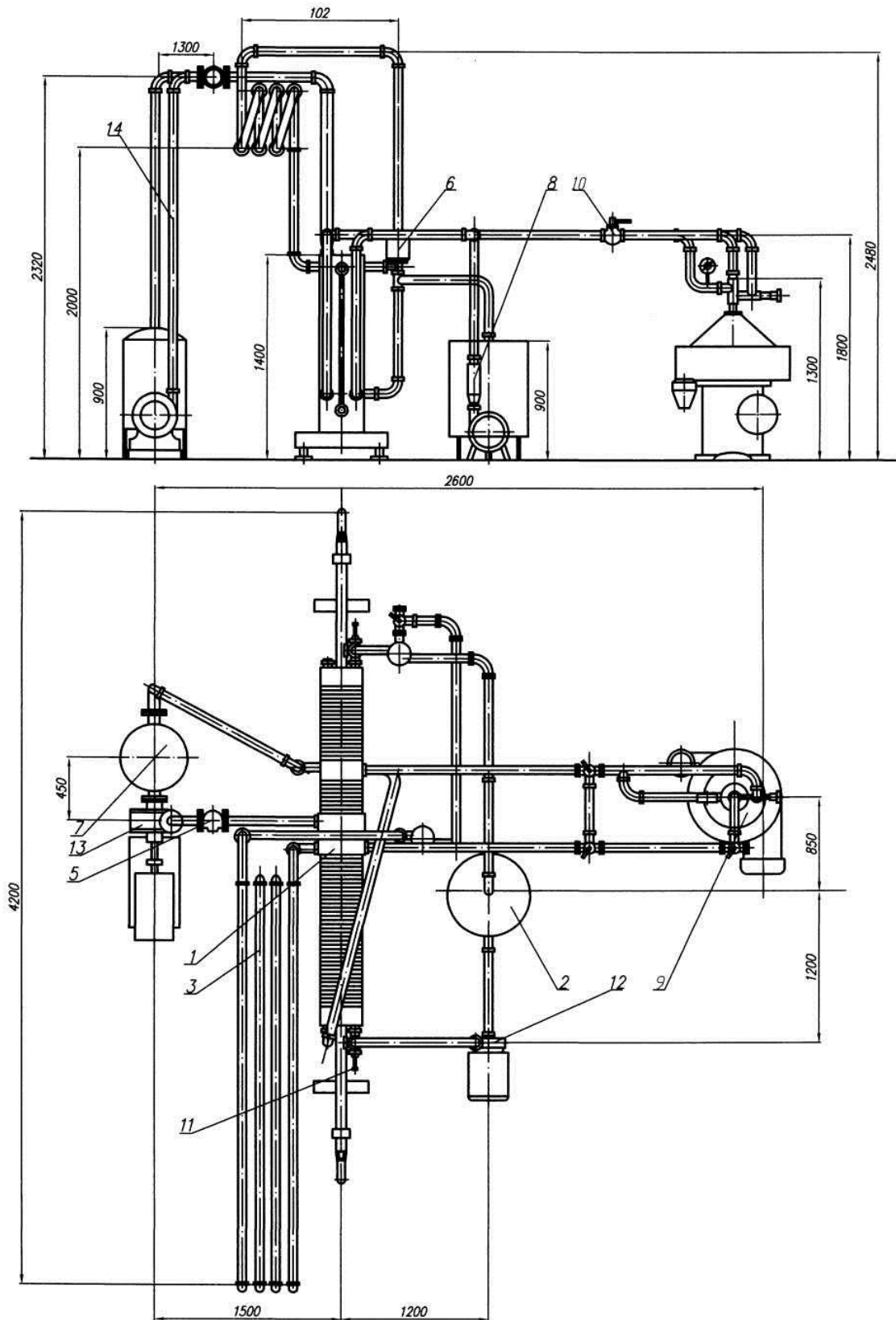


Рис. 6. Загальний вид пастеризаційно-охолоджувальної установки А1-ОКЛ-10:  
 1 – пластинчастий пастеризатор; 2 – бак зрівняльний; 3 – витримувач;  
 5 – інжектор; 6 – зворотній клапан; 7 – бойлер для гарячої води; 8 – стабілізатор  
 потоку; 9 – сепаратор; 10 – кран управління; 11 – датчик температури; 12 – насос  
 для молока; 13 – насос для гарячої води; 14 – трубопровід для гарячої води.

Наприкінці роботи закривають подачу молока (продукту) у зрівняльний бак і подають воду. Коли продукт буде витиснутий з теплообмінника, виключають подачу пари, гарячої води і розсолу, а потім зупиняють сепаратор-молокоочисник. Воду виключають не відразу, а промивають установку протягом 10...15 хв.

В неробочий час трубопроводи для молока повинні бути розібрані, а пластини для відновлення еластичності ущільнюючої гуми злегка ослаблені (розціплені).

**Технічне обслуговування.** Технічне обслуговування пластинчастих установок полягає в ретельному митті і чищенні після роботи всіх її частин, перевірки стану ущільнювальних прокладок та інших деталей. На заводах застосовують розбірне і безрозбірне миття пластинчастих апаратів. При розбірному митті зливають розсіл із секції охолодження і промивають ропну сторону пластин проточною водою. Промивають молочну систему водою протягом 15 хв, потім у зрівняльний бак заливають содовий розчин з температурою 60<sup>0</sup> С. Пропускний клапан ставлять на повернення і роблять циркуляційне миття протягом 30 хв.

Після цього теплообмінник промивають холодною водою до повного охолодження, а потім відкривають і ретельно чистять пластини м'якими волосяними або корінцевими щітками, обполіскують водою зі шланга і залишають відкритим до початку роботи. Між пластинами потрібно залишати зазори для провітрювання і висихання. Перед початком роботи установки стерилізують.

При циркуляційному безрозбірному митті пластинчастих теплообмінників застосовують установку П-548 для готування розчинів. Вона має два циліндричних баки 1, 4 ємністю 300 л встановлених на рамі 5. В одному баці готують розчин азотної кислоти концентрацією 0,5%, в іншому – розчин каустичної соди концентрацією 0,7...1,5%. Установка обладнана лужно-кислотостійким відцентровим насосом 10 продуктивністю 29...54 м<sup>3</sup>/ч (в останніх випусках) при напорі 27...35 м вод. ст. Баки з'єднані з насосом трубопроводом 8 з гумованими кранами 6, 7, 9. Вода через вентилі 2 подається в баки з фільтрами 3.

Перед миттям пластинчастого теплообмінника необхідно від'єднати від нього молокопроводи і датчики контрольно-вимірювальних приладів, а отвору після них заглушити пробками з нержавіючої сталі, з'єднати апарат з установкою шлангами або трубопроводами з нержавіючої сталі. Миття варто робити через кожні 6 год роботи.

Не рідше, ніж через 6...8 год. безперервної роботи, установку миють безрозбірним способом. Перед миттям з апарата зливають розсіл і воду, від'єднують від нього трубопроводи, що йдуть на молокоочисники, закріплюють вхідний і вихідний патрубки на розділовій плиті 5 (див. рис. 10) трубою з нержавіючої сталі 7 за допомогою двох триходових кранів 6 і 8 або двох відводів 9. Триходовий кран 4 ставлять у положення 1 на циркуляцію.

Не рідше одного разу в 10...14 днів залежно від ступеня забруднення пластин теплообмінний апарат проводять ручну мийку пластин, попередньо остудивши його холодною водою до  $20^{\circ}\text{C}$ . Не можна розбирати гарячий апарат щоб уникнути опіків рук робітників і розшарування гумових прокладок на пластинах. При розбиранні апарата, його від'єднують від розділових і натискних плит всі трубопроводи, спеціальним ключем відгвинчують гайки затискного пристрою поперемінно на кінцях верхньої і нижньої штанг, знімають із них накладки, відсувають натискні плити убік розпірних стійок і розсовують пластини, потім їх миють і чистять.

При митті в зрівняльний бак заливають 1...1,5%-ний розчин каустичної соди, що циркулює в системі при температурі  $75...80^{\circ}\text{C}$  у плин 30...40 хв. Через 5 хв після початку циркуляції послабляють ступінь стискування пластин на 2...3 обороту затискного пристрою. Після миття лужним розчином його випускають в окремі ємності (наприклад, в установку для безрозбірного миття) для повторного використання, а систему промивають водою протягом 10...15 хв до повного зникнення слідів лужного розчину. Потім у тому ж порядку через систему пропускають 0,5...1,0%-ний розчин азотної кислоти температурою  $60...65^{\circ}\text{C}$  у плин 30...40 хв, після чого систему промивають водою (10 хв).

Розчини після промивання випускаються через трубопровід на злив. Для наступної мийки потрібно готувати нові розчини. Для одержання ефективного

безрозбірного миття пластинчастих теплообмінників необхідно, щоб у каналах апарата швидкість миючих розчинів була не менш 2 м/сек.

Застосовують також циркуляційне мийття пластинчастого теплообмінника із зазначеними розчинами через зрівняльний бак із проміжним розбиранням і чищенням пластин. У цьому випадку після промивання водою протягом 10...15 хв від'єднують сепаратори-молокоочисники. У зрівняльний бак заливають розчин каустичної соди концентрацією 0,7...1% і промивають протягом 1 ч при поступовому нагріванні до 70<sup>0</sup> С. Через 5 хв. після початку миття послабляють стислі пластини на 2...3 обороту затискних гайок. Потім теплообмінник промивають холодною водою протягом 15...20 хв до повного видалення розчину. Пластини чистять корінцевими щітками а теплообмінник знову збирають, у зрівняльний бак заливають розчин 0,5%-ний азотної кислоти і промивають із підігрівом до 70<sup>0</sup> С біля 20-30 хв, після чого теплообмінник промивають чистою слабко лужною водою (на 100 л води 1,2...2 л розчину аміаку). Потім теплообмінник знову розбирають і пластини прочищають корінцевими щітками. Якщо на пластинах залишився молочний камінь, то ці місця змочують концентрованим розчином азотної кислоти і затримують протягом 5...10 хв. Потім промивають пластини чистою водою і знімають щітками, змоченими в слабко лужній воді, залишки каменю, що розчинився.

Після миття пластинчастих теплообмінників перед початком роботи проводять стерилізацію, як зазначено раніше.

Пластинчасті охолоджувальні установки рекомендується промивати без розбирання спочатку холодною водою протягом 10 хв, потім теплою (35<sup>0</sup> С) протягом 1 год, після цього проточною водопровідною водою. Один раз на тиждень установки варто промивати більш ретельно миючими розчинами за режимом, зазначеним вище, з наступним розбиранням і оглядом пластин. Періодично варто чистити тяги пластинчастого теплообмінника і змазувати їх свіжим густим мастилом, щоб по них легко і плавно сковзали пластини й плити, а також легко закручувалися натискні муфти по різьбленню. Стійки та інші деталі варто регулярно протирати ганчірками з тонким шаром густого мастила, що охоронить їх від іржі і поліпшить зовнішній вигляд. У пластинчастих апаратах з

електрогідравлічною системою автоматизації необхідно щодня промивати фільтр на подачі води на регулюючі мембранні клапани.

### **Можливі неполадки при роботі пластинчастих теплообмінників і способи їхнього усунення.**

#### Температура пастеризації нижче 74°C.

Малий тиск пари – доводять тиск пари до потрібного. Не працює електрогідравлічний регулювальний клапан або виконавчий механізм клапана – перевірити клапан, пружини і ущільнення в гідрореле, прочистити фільтр, проварити котушки електромагнітів, перевірити виконавчий механізм.

Не працює електронний регулюючий прилад, реле, термометр опору – перевірити роботу приладу електронного моста, реле і термометр опору.

Велике відкладення молочного каменю на пластинах – зупинити установку і промити пластини.

#### Температура пастеризації вище 78°C.

Високий тиск пара, не працює регулювальний клапан або несправний вентиль на обв'язці паропроводу – перевірити роботу клапана, закрити або замінити вентиль, знизити тиск пари.

#### Температура охолодження молока нижче 2° C.

Відкритий або несправний вентиль на обвідній лінії клапана розсолу, не працює регулювальний клапан, реле або прилад. Варто виправити або закрити вентиль, перевірити роботу регулювального клапана, реле і приладу.

#### Температура охолодження молока вище 6°C.

Недостатньо охолодної води та розсолу, надто висока температура розсолу. Не працюють регулювальний клапан на розсолі, термометр опору і прилад – збільшити подачу холодної води, розсолу, понизити їхню температуру, перевірити роботу регулювального клапана, термометра опору і приладу.

#### Не працює пропускний електрогідравлічний клапан.

Перевірити його роботу, перемінити пружину в гідрореле, усунути протікання, перевірити котушку електромагніта, прочистити фільтр, збільшити тиск води.

### Більша теча молока із пластин.

Недостатній стиск пластин або зношування гумових ущільнювань – виконати додаткове стискування пластин. Максимальне стискування пластин допускається за ризику, нанесену на розпірках, на величину 0,2 мм, помножену на число пластин (наприклад,  $0,2 \times 132 = 126,4$  мм). Якщо апарат після такого стискування буде текти, то в місцях течі варто замінити ущільнювальні прокладки (рис.7). Для цього необхідно видалити зношену прокладку і ретельно вискоблити і вичистити канавку на пластині і приклеїти нову, як зазначено нижче.

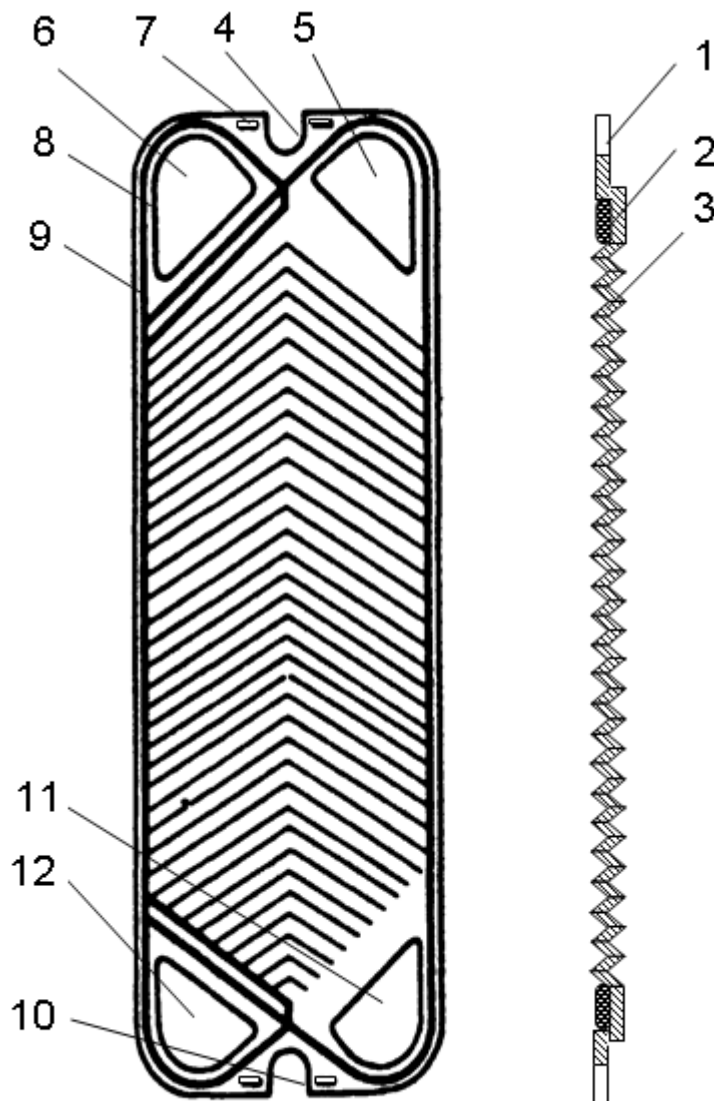


Рис. 7. Теплообмінна пластина з прямим розташуванням отворів для входу і виходу робочих середовищ:

1 – кріпильна частина; 2 – ущільнення гумове; 3 – теплообмінна частина;  
4 – посадочне місце під верхню штангу; 5 – отвір входу продукту; 6 – отвір виходу теплоагента; 7 – отвори для закріплення коромисла; 8 – мале ущільнення; 9 – велике ущільнення; 10 – посадочне місце під нижню штангу; 11 – отвір виходу продукту; 12 – отвір входу теплоагента.

**Заміна гумових ущільнень пластин.** Для заміни потрібно приготувати клей і приклеїти до пластини запасні ущільнювальні прокладки. Вихідним матеріалом для клею є термопреновий каучук (термопрен) і бензин марки БР-1 "калоша" ДЕРЖСТАНДАРТ 443-56 – прозорий, не утримуючий зважених і осілих на дно домішок і води.

Термопрен придатний тільки сухий і чистий, без забруднень мастилами, фарбами, ворсом, піском і т. д.

Клей готують у такий спосіб. Термопрен ретельно очищають від тальку та інших домішок, промиваючи його в бензині марки "калоша" щіткою і вдруге обполіскуючи в чистому бензині. Очищений термопрен подрібнюють на дрібні шматочки розміром 5...10 мм, заливають бензином у посуді, що закривається, з розрахунку 3 л бензини на 800 м сухого термопрену. Набухаючий у бензині термопрен через кожні 2 ч перемішують дерев'яною паличкою. Розчиняється термопрен протягом 3 доби.

Через 3 доби відстояний клей зливають без осаду в банки та зберігають до вживання в закритому стані. Осад викидають.

Готовий до вживання клей перевіряють на в'язкість. В'язкість визначається віскозиметром ВЗ-4 ємністю 100 см<sup>3</sup> із соплом діаметром 4 мм. В'язкість може коливатися після закінчення із сопла від 3 хв 30 сек до 4 хв 50 сек при температурі 18...20<sup>0</sup> С.

Приклеювання гумових прокладок до пластини виконується в такий спосіб. Поверхню жолобка пластини і поглиблення під виступи, до яких повинні бути приклеєні ущільнювальні прокладки, ретельно знежирюють бензином марки "калоша", шляхом дворазового протирання матер'яним тампоном, змоченим у бензині.

Прокладки ретельно очищають від тальку та крейди, промиваючи їх у бензині марки "калоша" щетинистою щіткою, і знежирюють ополіскуванням у чистому бензині.

На підготовлені поверхні металевої пластини й ущільнювальних прокладок, включаючи скоси, наносять пензликом приготовлений клей та витримують протягом 30...40 хв при температурі 20...25<sup>0</sup> С.

Після цього ущільнювальні прокладки обережно вкладають у жолобок пластини, сполучаючи скоси (стики), і, натискаючи рукою, прокочують спеціальним роликком.

Пластини із приклеєними ущільнювальними прокладками укладають пакетом одну на іншу в затискному пристосуванні, затискають із рівномірним розподілом зусиль по всій пластині і витримують 5 діб при температурі 20-...24°C. У пристосування рекомендується укласти не більше 20 пластин. Висота пакета після затискання повинна бути не більш 104 мм. Записують (на бірці) час і дату початку та кінця витримки.

Після закінчення 5-ої доби пластини звільняють і оглядають. Місця стиків повинні бути приклеєні без зрушень, прокладки по всій довжині повинні бути рівними, без закручувань і зборок. Зачищають надлишки клею, протирають і присипають прокладки тальком і встановлюють пластини в теплообмінник за схемою компонування для гідравлічного випробування. Пластини з дефектами приклеювання прокладок встановлювати в апарат не можна.

Зібрані в пакети пластини стискають і випробовують обпресуванням холодною водою під тиском 3,5 атм. Після обпресування пакет розтискають і з. Пластини насухо протирають, очищають від клею, що виступив, припудрюють тальком та остаточно встановлюють в теплообмінник.

В умовах молочних заводів при відсутності спеціального затискного пристрою можна використати дві плити, накладаючи на верхню необхідну кількість вантажу.

**Правила безпеки при експлуатації пластинчастих пастеризаторів.** При експлуатації пластинчастих установок потрібно дотримуватися правил техніки безпеки. При пуску пластинчастих установок щоб уникнути створення зайвого тиску в системах руху рідин в теплообмінному апараті спочатку повністю відкривають всі крани і вентиля на виході продукту та робочих рідин та на вході.

Всі засоби контролю (прилади) і автоматизації повинні бути справними та вчасно перевірятися. Перед початком роботи із приладами автоматичного регулювання необхідно знеструмити щит керування. Підхід до щита повинен бути вільним.



Хімікати, застосовані для безрозбірного миття пластинчастих установок (азотна кислота й каустична сода), є сильнодіючими й небезпечними для людини речовинами.

Вдихання парів азотної кислоти неприпустимо, тому що вони викликають роздратування слизової оболонки горла та носа. Влучення крапель кислоти на шкіру викликає опіки. З метою безпечного обігу з кислотою необхідно її зберігати в скляних суліях із притертою пробкою. Сулію поміщають у плетений кошик з двома ручками. Переносити кислоту і переливати її із сулії дозволяється тільки вдвох. При влученні кислоти на шкіру необхідно змити її більшою кількістю холодної води, а уражену поверхню шкіри змочити слабким розчином кальцинованої соди.

Каустичну соду доставляють на заводи в сухому виді в барабанах з оцинкованого заліза. При рубанні каустичної соди необхідно надягти чоботи, прогумований фартух, головний убір, захисні окуляри, та особливо закрити пов'язкою. При рубанні і розчиненні соди у воді варто працювати в гумових рукавичках. Ці ж індивідуальні засоби захисту необхідно застосовувати при роботі з азотною кислотою в концентрованому виді або її розчинах. У місцях зберігання сильнодіючих хімікатів повинна бути вивішена інструкція з правилами поводження з ними.

## **2. Трубчасті пастеризаційні установки**

**Монтаж.** Трубчасті пастеризаційні установки марки Т1-ОУТ, Т1-ОУН, Т1-ОУК і ТПУ-255М (рис.8) монтують за кресленнями. Функціональна схема трубчастої пастеризаційної установки представлена на рис.9. Трубчастий теплообмінник і насоси для молока встановлюють без фундаментів. До фундаменту кріпиться трубчаста згонка пульта з автоматичним відвідним каналом. До установок прикладаються молокопроводи для з'єднання насосів від водного клапана із трубчастим теплообмінником, довжина визначається взаємним розташуванням відповідно до креслення установки. З установками не поставляється проміжний бак, однак у багатьох випадках для нормальної експлуатації установки його доцільно встановлювати. В проміжний бак подається

молоко з молокозберігальних резервуарів і забирається насосами для подачі в трубчастий теплообмінник. В бак направляється молоко на повторну пастеризацію поворотним клапаном. Бак повинен бути обладнаний поплавковим запірним клапаном.

Залежно від стану виробничого приміщення, в якому монтується установка, дозволяється відхилення від монтажно́ї схеми.

Трубчастий теплообмінник встановлюють і вивіряють за допомогою регульованих гвинтових опор так, щоб осі труб теплообмінника перебували в горизонтальному положенні. Перед трубчастим теплообмінником з двох сторін повинно бути передбачене місце для чищення труб йоржами.

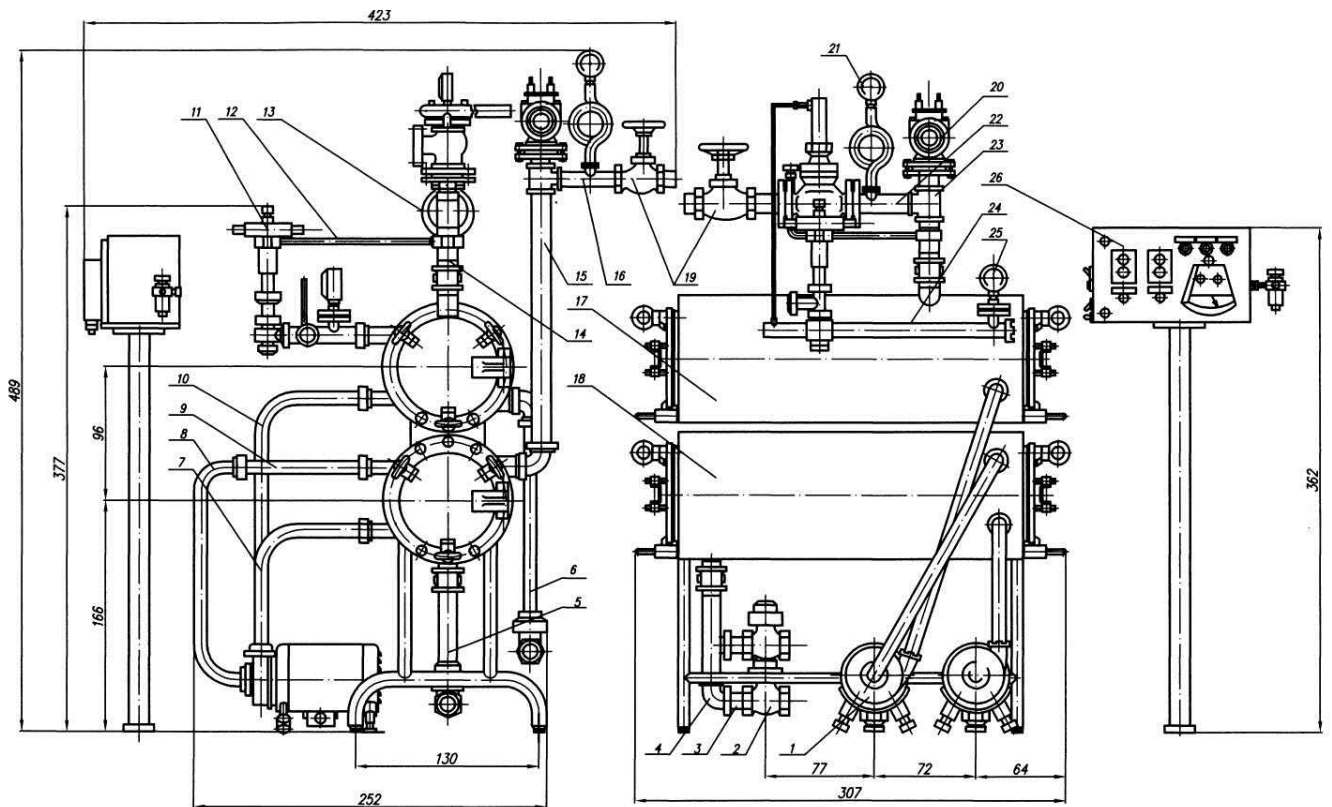


Рис. 8. Загальний вид трубчастої пастеризаційної установки:

- 1 – насос молочний; 2 – конденсатовідвідник; 3 – штуцер; 4 – кутовик труби;  
 5,6 – труба для конденсату; 7,8,9,10 – труби подачі молока; 11 – зворотній клапан; 12,14,15,16, 22, 24 – труба парова; 13,20 – соленоїдний вентиль;  
 17,18 – теплообмінний циліндр; 19 – кран паровий; 21,25 – манометр; 23 – тріник паровий; 26 – пульт управління.

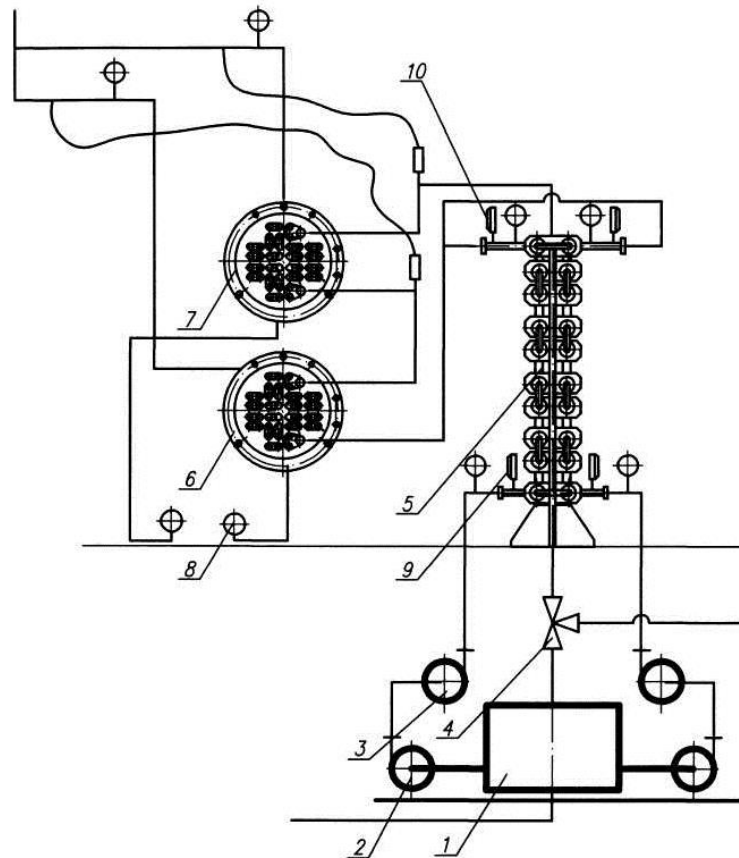


Рис. 9. Функціональна схема трубчастої пастеризаційної установки.

Після монтажу теплообмінника встановлюються молочні насоси, пульт керування та зворотний клапан, з'єднуючи їхніми трубопроводами. Положення насоса і зворотного клапана вивіряють за рівнем. Трубопроводи подачі молока, пари і відводу конденсату монтують відповідно до сантехнічних та електричних норм і правил. Паропровід варто покрити ізоляцією. Термобалони приладів ТСМ-100 і регуляторів температури варто розміщати відповідно до креслення, уникаючи перегинів.

Електромагнітний пропускний клапан і прилад ТСМ-100 вмонтовані в пульт керування, завдяки чому електромонтажні роботи полягають у підведенні електроживлення до пульта і від пульта до молочних насосів. Підводку варто здійснювати в трубах під підлогою та уводити в пульт через трубку стопки. Пульт повинен бути заземлений.

Конденсатовідвідник перед монтажем необхідно розібрати, видалити змащення, промити і прочистити повітряний отвір у дні поплавця. Конденсатовідвідник монтується на горизонтальній ділянці трубопроводу строго

вертикально. Для безперебійної роботи пароприймача конденсатовідвідник повинен монтуватися із загальною лінією та запірними вентилями до і після нього й одним вентилям на обводі. Під час роботи вентиля до і після конденсатовідвідника відкриті, вентиль на обводі закрити; у випадку виходу з ладу конденсатовідвідника відкривають вентиль на обводі, а вентиля до і після конденсатовідвідника закривають.

**Підготовка трубчастих установок до роботи.** При підготовці апаратів до роботи після монтажу необхідно оглянути наявність і стан гумових ущільнень, приладів контролю та регулювання. Після монтажу з робочих поверхонь апаратів повинно бути вилучено змащення та пил. Після збирання трубопроводів щільно закривають кришки теплообмінних циліндрів (рис.10) і перевіряють герметичність з'єднання водою, що подається із проміжної ємності зрівняльного бака або танка, з'єданого з насосом для молока.

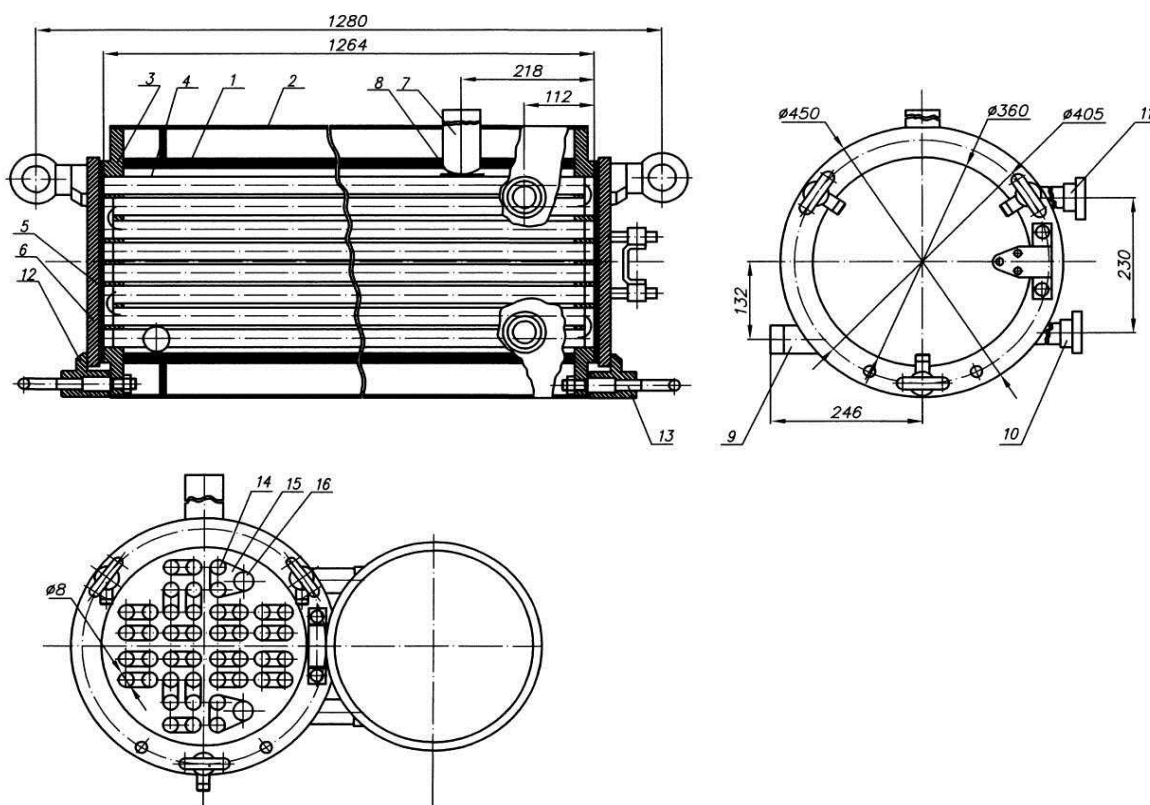


Рис. 10. Теплообмінний циліндр:

- 1 – циліндр; 2 – кожух; 3 – плита; 4 – труба теплообмінна; 5 – диск гумовий;  
 6 – кришка; 7 – патрубок паровий; 8 – відбійник; 9 – патрубок для конденсату;  
 10,11 – патрубок молочний; 12 – кронштейн; 13 – гвинт; 14 – труба теплообмінна;  
 15 – камера; 16 – труба відвідна.

В установках Т1-ОУТ і Т1-ОУН включають пульт і встановлюють дистанційне керування та роботу клапана на повернення. Насосами по лінії молока подають воду в трубчастий теплообмінник і регенератор.

Регулювальним або звичайним краном на виході рідини з теплообмінника створюють необхідний тиск і перевіряють продуктивність, тобто кількість вихідної із клапана води, і роботу насосів. Під час випробувань перевіряють герметичність теплообмінника та з'єднань трубопроводів.

В трубчастих пастеризаційних установках ретельно перевіряють герметичність секції регенерації, для чого заглушають патрубки виходу сирого молока з регенератора та включають насос. У випадку появи струменів або краплі води у внутрішніх трубах необхідно відзначити місце їхньої появи, а потім щільно пригорнути середню кришку. Якщо і після притиснення текти не припиниться, відкрити середню кришку і замінити негідне ущільнення новим. Необхідно пам'ятати, що порушення герметичності в регенераторі може призвести до влучення сирого молока в пастеризоване і ефект пастеризації знизиться. Після перевірки герметичності регенератора перевіряють герметичність всіх секцій, пропускаючи замість молока воду.

Щоразу перед початком роботи всі трубчасті теплообмінники, насоси для молока і трубопроводи промивають і стерилізують. З цією метою в проміжну ємність заливають 1%-ний содовий розчин, включають насоси для молока і подають пару. Содовий розчин, проходячи трубчастий теплообмінник, нагрівається до температури  $65...75^{\circ}\text{C}$  і пропускним клапаном назад повертається в ємність. Установку промивають циркулюючим розчином 12...15 хв, після чого розчин витісняють чистою водою.

Після промивання содовим розчином установку хлорують та стерилізують. З цією метою в проміжну ємність заливають водяний розчин хлорної води. Включають насоси, і хлорна вода циркулює протягом 10 хв. Потім промивають установку холодною водою, що пускають на циркуляцію і нагрівають у трубчастому теплообміннику пором до температури  $90...95^{\circ}\text{C}$ , після цього установки Т1-ОУН, Т1-ОУТ, ТПУ-2,5М і Т1-0КК переводять на робочий режим і слідом за водою в апарат подають молоко для пастеризації.

**Пуск і робота трубчастих пастеризаційних установок.** Пуск трубчастих установок виконують безпосередньо після стерилізації подачею молока в апарат зі зрівняльного бака насосом слідом за гарячою водою.

Для правильного пуску і ефективної роботи установки необхідно, щоб продукт подавався в апарат безупинно а, кислотність його не була б підвищеною. При порушенні цих умов на внутрішніх стінках трубок швидко утвориться пригар продукту, в результаті чого різко погіршується теплопередача, знижується температура пастеризації. При цьому спроба збільшити подачу пари призведе до ще більшого пригару, температура пастеризації не буде досягати заданої величини, а в результаті появи пригару з'явиться порок продукту – пригорілий смак (перепастеризація), що викличе псування молока або вершків, і, крім того, збільшиться витрата пари. Пару в сорочку циліндра варто подавати тільки після подачі в трубки рідини (води або продукту), тобто при працюючих продуктових насосах.

При роботі установок контролюють роботу регуляторів температури, пропускного клапана, конденсатовідвідників, насосів і показання приладів, манометрів на лінії молока та води, термометра ТСМ-100 або електронного моста. Для нормальної роботи трубчастих установок при повній продуктивності необхідна безперервна подача продукту.

Не можна допускати просочування пари через з'єднання труб з арматурами і тепловими приладами, течі гарячої води або молока. При роботі на трубчастій установці ТПУ 2,5М на початку роботи, поки температура молока не досягне заданої, молоко повертається на повторну пастеризацію. Коли температура молока досягає заданої, включають подачу холодної води і розсолу та починається нормальна робота апарата.

При змушеній зупинці подачі молока необхідно відразу перекрити подачу пари, випустити залишок із циліндрів, відкрити повітряні крани, і виключити подачу розсолу в установку, а потім зупинити насоси подачі молока.

Під час роботи необхідно стежити за рівнем молока або вершків у зрівняльному баці або ємності, звідки подається продукт в апарат. Цей рівень повинен бути не менше 300 мм. При низькому рівні утворюється повітряна лійка,

а повітря засмоктується із продуктом, що призводить до зниження продуктивності і порушення нормальної роботи апарата.

**Зупинка, миття та чищення трубчастих теплообмінників.** Апарат миють безрозбірним способом. Перед мийкою із трубопроводу для продукту видаляють датчик манометричного термометра, що сигналізує, а отвір, що утворився, закривають спеціальною заглушкою з комплекту ЗИП. Миють апарат 2%-ним розчином каустичної соди температурою  $60...70^{\circ}\text{C}$ , що циркулює через систему, після чого розчин зливають для повторного використання і апарат промивають водою. Потім пастеризатор розбирають, для чого від'єднують трубопроводи для продукту, відкривають кришки і чистять йоржем кожну трубку, що розвальцьована в торцевих плитах (рис.11), промивають гарячою водою зі шланга і сушать апарат при відкритих кришках, що кріпляться за допомогою кронштейна та гвинта. (рис.12, рис.13)

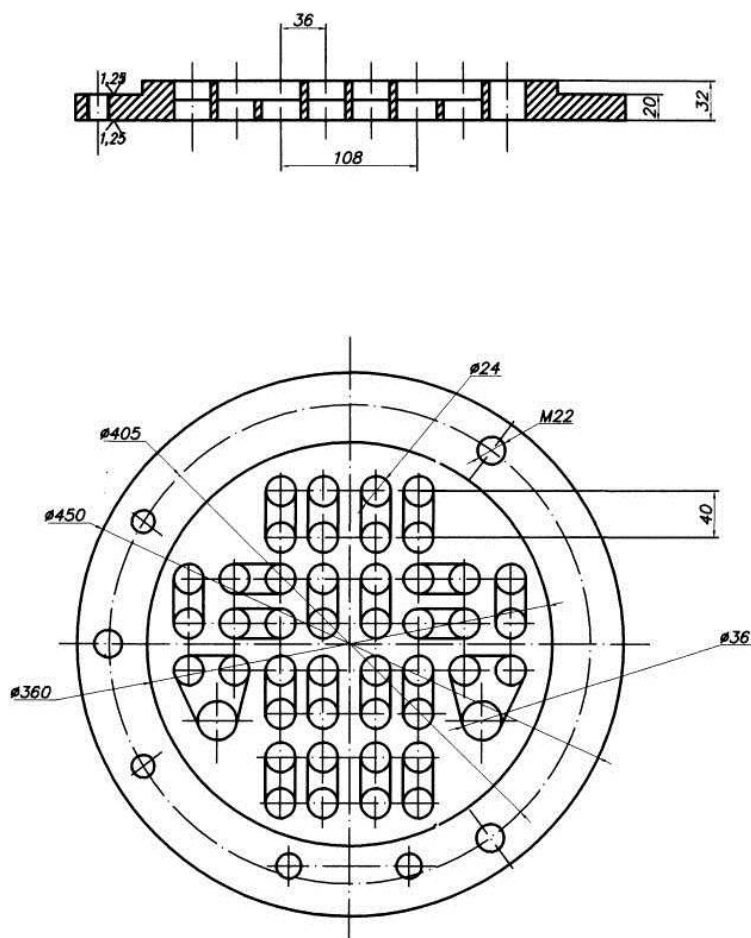


Рис. 11. Плита трубна.

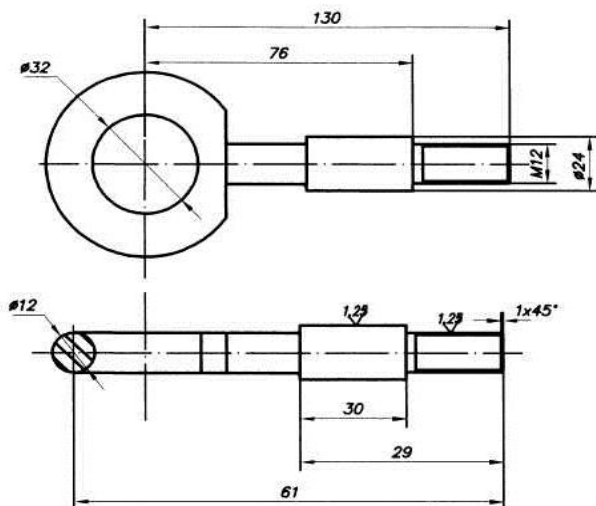


Рис. 12. Гвинт.

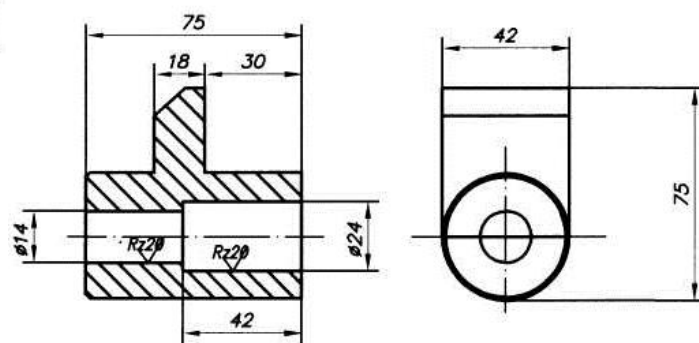


Рис. 13. Кронштейн.

При зупинці закривають подачу продукту та у зрівняльний бак або ємність подають воду для витиснення молока і промивання. Коли продукт буде витиснутий з апарата, припиняють подачу холодоносія, попередньо відкривши кран спуска повітря й пари. Водю промивають апарат протягом 10...15 хв. Після цього виключають насоси для молока, відкривають кришки трубчастого теплообмінника, щоб із труб стікала вода.

Труби ретельно прочищають сталевими йоржами до повного видалення накипу, промивають зі шланга гарячою водою.

Трубчасті регенератори розбирають, виймають витіснювачі та внутрішні труби і промивають їх окремо.

Трубчасті установки можна мити без розбирання циркулюючим миючим розчином. При цьому з молокопродуктів необхідно вийняти термобалони термометра ТСМ-100 і регуляторів температури РТ і на їхнє місце поставити заглушки. Циркуляційну мийку рекомендується проводити з використанням устаткування і режиму мийки, як і для циркуляційної мийки пластинчастих пастеризаційних установок. Трубчасті теплообмінники варто промивати через кожні 6 год. роботи.

Вимиті трубчасті теплообмінники перед початком роботи стерилізують. Всі зовнішні частини теплообмінника після промивання ретельно протирають. Трубчасті зрошувальні охолоджувачі після роботи ретельно промивають із застосуванням м'яких щіток, протирають і висушують.



## **Правила безпеки при експлуатації трубчастих пастеризаторів.**

При експлуатації трубчастих пастеризаторів і установок необхідно дотримуватись наступного правила техніки безпеки. Трубопроводи для пари і гарячої води ізолюють. У з'єднаннях труб з арматурами не повинне бути витoku пари, гарячої води і продукту. Манометри повинні бути справними, перевіреними і мати на шкалах червону риску, що вказує гранично припустимий тиск, вище якого не можна збільшувати тиск пари. Парові вентиля варто відкривати поступово, у противному випадку через нещільності їхніх сальників може піти пара і обпалити руки. При роботі пастеризатора не можна послабляти затиски кришок і регулювати запобіжний клапан. Для видалення повітря з парових сорочок циліндрів при пуску установки і для видалення з них пари при зупинці відкривають повітряні краники. Перед випуском пари із сорочок перекривають паровий вентиль перед регулятором температури і відкривають повітряні краники. При цьому працівник повинен перебувати осторонь від напрямку струменя пари.

Після кожної зборки і підготовки апарата до пуску перевіряють всю систему трубопроводів для продукту на герметичність при роботі продуктових насосів на холодній воді й закритому випускному крані. Після перестановки апарата на нове місце, а також після монтажу або ремонту пастеризатор випробовують на герметичність гідравлічним тиском 0,4 МПа. Щит керування, пастеризатор і електродвигуни насосів заземлюють. Відкривати щит керування і регулювати електроапаратуру мають право тільки особи, що мають допуск до ремонту електроустаткування. При цьому щит повинен бути знеструмлений.

## **ЗАВДАННЯ**

На підставі набутих знань з будови та експлуатації пластинчастих та трубчастих пастеризаторів виконати схеми розбирання пластинчастого та трубчастого пастеризатора для обслуговування та заміни швидкозношуваних деталей.

### **ХІД РОБОТИ:**

1. Інструктаж з безпеки праці на робочому місці.
2. Вивчити методичні рекомендації до роботи.
3. Описати область застосування пластинчастих та трубчастих пастеризаторів.
4. Описати підготовку пластинчастих та трубчастих пастеризаторів для пуску, зупинки, миття.
5. Привести схему розбирання пластинчастих та трубчастих пастеризаторів.
6. Виконати ескізи швидкозношувальних деталей сепаратора.

### **ЗМІСТ ЗВІТУ:**

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Підготовка пластинчастих та трубчастих пастеризаторів для пуску, пуск, зупинка, миття.
4. Схеми розбирання пластинчастих та трубчастих пастеризаторів.
5. Ескізи швидкозношувальних деталей пластинчастих та трубчастих пастеризаторів.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Назвати особливості монтажу пластинчастих та трубчастих пастеризаторів?
2. Які роботи виконують перед пуском в роботу пастеризаторів?
3. Як здійснюється пуск в роботу пластинчастих та трубчастих пастеризаторів?
4. Які деталі пластинчастих та трубчастих пастеризаторів є швидкозношуваними, чому?
5. Вказати послідовність розбирання пластинчастих та трубчастих пастеризаторів.
6. Назвіть основні несправності пластинчастих та трубчастих пастеризаторів та способи їх усунення.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г.Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. доктора технічних наук, професора Мирончука В.Г. – Вінниця : Нова книга, 2007 – 648 с.

2. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.

3. Монтаж, ремонт, наладка обладнання молочної промисловості / Гурський П.В., Перцевий Ф.В.,Тіщенко Л.М., Богомолів О.В. та ін. За ред. Перцевого Ф.В., Гурського П.В. – Харків: ХДУХТ. – 2001.– 230 с.

4. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби: Підручник/ Перцевий Ф.В., Терешкін О.Г., Гурський П.В., Янчева М.О. та ін. - ІНК ОС. – Київ. – 2014. –340 с.

5. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник/ Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомоліва В.П. - ХНТУСГ. – Харків: Еспада. – 2005. –432 с.

6. Технологія переробки молока: Навчальний посібник/ Гурський П.В., Перцевий Ф.В., Тіщенко Л.М., Богомолів О.В.та ін. Під загальною редакцією Перцевого Ф.В., Гурського П.В. Харків.: ХДУХТ. – 2006. –320 с.

7. Красов Б.В. Эксплуатация, ремонт и наладка технологического оборудования молочной промышленности. М.: Легкая и пищевая пром–сть, 1981. – 328 с

8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломному проектуванні переробних і харчових виробництв / Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. - Харків: ХНТУСГ. – 2013. – 185 с.

### Додаткова

1. Гальперин Д,М. Монтаж и наладка оборудования предприятий пищевой промышленности. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1988. – 320 с.

2. Илюхин В.В. Монтаж, наладка и ремонт оборудования предприятий молочной промышленности. М.: Легкая и пищевая пром–сть, 1984. – 264 с.



## **Навчальне видання**

Гурський П.В.,  
Богомолів О.В.,  
Іващенко С.Г.,  
Денисенко С.А.

## **Методичні вказівки**

до виконання лабораторно–практичного заняття:

# **ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ДЛЯ МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА**

з дисципліни «Експлуатація обладнання та машин переробних і харчових  
виробництв»

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв

Відповідальні за випуск: П.В. Гурський

Комп'ютерний набір та верстка: П.В. Гурський

Підп. до друку 05.05.23

Зам. № 63

Формат паперу 60x84 1/16 Обл. - вид. арк. 1,5

Тираж 100

Ризограф TR 1510 № 80654645

---

ДБТУ, 61002, м. Харків, пр. Героїв Харкова 45, кім. 204

---

Підготовлено та надруковано кафедрою ОІПХВ  
Державного біотехнологічного університету

