МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра
«Технічні системи технологій тваринництва»

Методичні вказівки для виконання дипломного і курсового проектів

на тему: **«МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДОЇННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА»**

2016

Методичні вказівки для виконання дипломного і курсового проектів для студентів ОКР «Бакалавр» напряму 6.100102 – «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016. – 42 с.

Розробив: доцент Скляр О.Г.

Рецензент: доцент Болтянський Б.В.

Розглянуто і схвалено до перезатвердження на засіданні кафедри ТСТТ, протокол № 10 від 19 травня 2016 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 9 від 27 травня 2016 року.

ЗМІСТ

ВАРІАНТИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ **4**

1 ЗООТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ **5**

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК **7**

2.1 Аналіз існуючих схем доїння **7**

2.2 Вибір доїльної установки **8**

2.3 Визначення кількості доїльних установок **8**

2.4 Визначення витрат часу оператора на виконання ручних та машинно-ручних операцій **9**

2.5 Визначення продуктивності праці оператора **9**

2.6 Визначення кількості операторів **10**

2.7 Визначення кількості апаратів для одного оператора **10**

2.8 Визначення фактичної продуктивності доїльної установки **11**

2.9 Розрахунок доїльної установки "Карусель **11**

3 РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОЇ **12**

3.1 Визначення необхідної продуктивності лінії **13**

3.2 Визначення необхідної кількості фляг **13**

3.3 Приймання та зважування молока **15**

3.4 Очистка молока **16**

3.5 Охолодження молока **21**

3.6 Пастеризація молока **21**

3.7 Розрахунок добової витрати пара в молочній **26**

3.8 Зберігання молока **27**

3.9 Транспортування молока **27**

ДОДАТКИ **28**

ЛІТЕРАТУРА **36**

ВАРІАНТИ

вихідних даних для розрахунку потокової лінії доїння та первинної обробки молока

№ п/п	Кіль-кість корів	Спосіб утримання корів	Річний надій на 1 корову, М,кг	Тривалість одного циклу доїння всіх корів за один раз Т, год	Крат-ність доїння, $К_р$, раз/добу	Рекомен-довані доїльні установки	Схема первинної обробки молока
1	100	Стійлово-прив′язний	3000	1,5	3	АД-100А	ВДП*
2	100	-″ -	3200	1,5	3	ДАС-2Б	ВДП*
3	200	-″ -	3500	1,5	3	М-610	ВДП*
4	200	-″ -	3000	1,5	3	ДАС-2Б	П-12**
5	200	-″ -	3400	1,5	3	АД-100А	П-12**
6	400	-″-	3300	2,0	3	АДМ-8	ВДП*
7	400	-″-	3800	2,0	3	М-620	П-12**
8	400	-″-	3000	2,0	3	АДМ-8	П-12**
9	600	-″-	3200	2,0	3	М-620	ОПФ або ОПУ
10	600	-″-	3400	2,0	2	АДМ-8	
11	800	-″-	4000	2,0	2	М-620	П-12**
12	800	Безпри-в′язний	3900	4,0	2	УДТ-6	ОПУ*** або ОПФ-1***
13	800	-″-	4000	4,0	2	УДЕ-6	-″-
14	800	-″-	4500	4,0	2	УДС-3А	-″-
15	1000	-″-	4200	3,0	2	УДА-16	-″-
16	1000	-″-	4300	3,0	2	УДА-8	-″-
17	1000	-″-	4400	3,0	2	М-685-12	-″-
18	1200	-″-	4000	6,0	2	М-632	-″-
19	1200	-″-	4100	4,0	2	УДЕ-8	-″-
20	1600	-″-	4500	5,0	2	КДУЕ-16	-″-
21	1600	-″-	5000	7,0	2	М-961-40	-″-
22	1200	-″-	4000	8,0	2	КДУЕ-16	-″-
23	2000	-″-	5000	8,0	2	М-691-40	-″-
24	400	Стійлово-прив′язний	3000	2,0	3	ДАС-2Б	П-12**
25	800	-″-	3500	2,0	2	АДМ-8	ОПФ-1***
26	200	-″-	3000	1,5	3	АД-100А	П-12***

ПРИМІТКА: * - первинна обробка з пастеризацією у ваннах тривалої пастеризації;

** - пастеризація паровим пастеризатором з окремим пластинчатим регенератором;

*** - пастеризація в очищувально-охолодних агрегатах

1 ЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ДОЇННЯ ТА ЗООТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Машинне доїння істотно полегшує і підвищує продуктивність праці тваринників, створює передумови для одержання високосортного молока, особливо при доїнні в молокопровід. Залежно від системи утримання тварин і технології їх доїння у 4-5 разів (доїння у стійлах) та навіть у 10-20 і більше (доїння на автоматизованих конвеєрних установках) можна знизити затрати праці порівняно з ручним варіантом.

Одержане молоко менше контактує з навколишнім середовищем, послідовно проходить первинну обробку (очищення, охолодження), завдяки чому менше забруднюється (бактеріологічними та механічними домішками), довше зберігає свою якість.

Ефективне і без шкідливих наслідків доїння можливе тільки при дотриманні технології, що виходить із фізіологічних особливостей молоковіддачі тварин. Ця технологія може включати ручні, машинно-ручні і машинні операції, співвідношення яких залежить від вибору технічного обладнання та організації процесу доїння.

Відповідно до зоотехнічних вимог технологічного процесу необхідно:

- доїння проводити в одні й ті ж години, дотримуючись встановленої черговості обслуговування окремих груп тварин та режимів роботи доїльної апаратури (рівень вакууму, частота пульсацій, тип доїльного апарата). Такий підхід виробляє умовний рефлекс і сприяє молоковіддачі:

- при доїнні у стійлах корів слід підняти за годину до цього, прибрати гній, замінити підстилку і провітрити приміщення. . тобто створити передумови одержання високоякісного молока без стороннього запаху:

- у разі доїння в спеціальних залах, тварин направити на переддоїльні майданчики із таким розрахунком, щоб час перебування на них не перевищував 20 хв.;

- перед доїнням перевірити справність доїльних апаратів, рівень вакууму. частоту пульсацій, підігріти доїльні стакани у воді при температурі 48°С;

- щоб викликати повноцінний рефлекс молоковіддачі, слід підготувати вим'я протягом 40...60 с, тобто обмити його теплою (4()...48°С) водою, зняти вологу чистим рушником чи салфеткою, зробити

попередній масаж, здоїти в спеціальну кружку по 2-3 цівки молока з кожної дійки для зменшення його бактеріологічного забруднення та контролю стену вим'я;

- доїльні стакани встановлювати на дійки лише після припускання молока, не допускаючи при цьому підсмоктування повітря у піддійковій камери (шляхом перегинання молочних трубок до одягання стаканів на лійки);

- здійснювати контроль за процесами машинного доїння та молоковіддачі, своєчасно визначати закінчення останньої (момент, з якого потік молока становитиме менше 200-225 г/хв.) і не допускати холостої роботи доїльного апарата, коли молоко з дійок не надходить у стакани (явище «сухого» доїння), що є основною причиною захворювання тварин на мастит;

- тривалість машинного додоювання (з моменту, коли інтенсивність молоковіддачі знижується до 400 г/хв.) не повинна перевищувати 30 с і виконується одночасно із заключним масажем вим'я;

- закінчувати доїння після повної молоковіддачі, знімаючи доїльні стакани при виділенні молока з дійок дрібними краплями, після цього відкрити на кілька секунд клапан колектора, щоб забезпечити відсмоктування залишків молока з доїльного апарата.

Порушення наведених правил супроводжується недобором молока, захворюванням корів на мастит. За технологією машинного доїння всі операції потрібно виконувати і виконувати якісно, оскільки будь-які порушення спричиняють технологічні збитки.

Крім забезпечення зоотехнічних вимог щодо процесу доїння, установки повинні:

- сприяти стимуляції молоковіддачі і повному видаленню молока з вимені без ручного додоювання:

- мати засоби автоматичного дотримання заданого рівня вакуумметричного тиску в робочій системі, а також можливість регулювання частоти пульсацій доїльних апаратів;

- не спричиняти під час доїння небезпечних дій стосовно тварин і обслуговуючого персоналу;

- не створювати під час роботи надмірного шуму;

- відзначатися простотою в обслуговуванні високою експлуатаційною надійністю та довговічністю.

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

2.1 Аналіз існуючих схем доїння

Для машинного доїння корів промисловість України виробляє різні типи доїльних установок, які відрізняються між собою по техніко-економічним показникам, продуктивності, а саме головне - організації праці операторів машинного доїння.

Ці установки можна розділити на три основних типа:

а) стаціонарні - для доїння корів в стійлах (лінійні доїльні агрегати);

б) стаціонарні - для доїння корів в спеціальних доїльних приміщеннях;

в) універсальні - для доїння корів як на пасовищах, так і в доїльних приміщеннях чи в корівниках.

Сучасне доїльне обладнання складається з уніфікованих базових агрегатів, а також починається випуск автоматизованих доїльних установок.

Студент повинен вибрати спосіб та технічні засоби для доїння і обробки молока з урахуванням системи ведіння молочного тваринництва, розміру ферми, способу утримання і продуктивності тварин, розміру тваринницького приміщення, наявності кваліфікованих кадрів і других факторів і провести відповідні розрахунки.

При прив'язному утриманні корів доять у стійлах доїльними установками з переносними відрами АД-100А, ДАС-2Б, М-610 чи з молокопроводом АДМ-8, М-620. Однак можна застосовувати і доїння в доїльних залах на установках з коротким молокопроводом.

При безприв'язному утриманні корів доять в спеціальних приміщеннях на установках типу "Ялинка", "Тандем". На великих промислових молочних комплексах з поголів'ям більше 1200 корів - на "конвеєрних" установках типу "Карусель".

При табірному утриманні корів доять (на пасовищах чи в таборах) пересувними універсальними доїльними установками.

Найкращі умови для праці доярки утворюють при застосуванні доїльних установок в спеціалізованих доїльних залах.

Технічна характеристика доїльних установок наведена в таблиці 1.

Розрахунок потокової лінії доїння включає:

а) вибір доїльної установки і визначення їх кількості:

б) визначення продуктивності праці оператора-дояра;

в) визначення кількості апаратів, які може обслуговувати один оператор;

г) визначення фактичної продуктивності доїльної установки.

2.2 При використанні таблиці 1, вибирається найбільш вигідна доїльна установка в залежності від розміру ферми, способу утримання корів та розміру корівника. Записуються основні показники технічної характеристики установки (на практичних заняттях установка береться згідно варіанту).

2.3 Визначають кількість доїльних установок для ферми*, $N_{д.у}$, шт.:

а) для лінійних доїльних установок

$$N_{д.у.} = \frac{m}{m_o} \qquad (1)$$

б) для доїльних установок в залах

$$N_{д.у.} = \frac{m_q}{T \cdot Q_q}, \qquad (2)$$

де m - загальна кількість корів в приміщенні;

m_o - кількість корів, що обслуговується однією доїльною установкою;

m_q - число дійних корів *[m_q =(0,85...0,9) m];*

Q_q - година продуктивність доїльної установки, гол/год;

T - загальний час доїння всіх корів, год. Тривалість доїння всіх корів, згідно зоотехнічних вимог не повинна перевищувати 1,5...2,5 години при доїнні в стійлах і 2,5...3,0 години при доїнні в доїльних залах.

---

* Для доїльних установок типу «Карусель» розрахунки наведено починаючи з розділу 2.9.

Якщо значення $N_{д.у}$, для доїння в залах отримали не ціле число, то слід розглянути можливість збільшення часу доїння всіх корів з метою зменшення кількості доїльних установок, при цьому треба розрахувати фактичний час доїння всіх корів за формулою

$$T_{факт.} = \frac{m_{\text{q}}}{Q_q \cdot \text{N}_{\text{д.у.}}} \tag{3}$$

2.4 Визначення витрат часу оператора-дояра на виконання ручних та машинно-ручних операцій в розрахунку на кожну корову

Продуктивність праці оператора-дояра залежить від тих ручних операцій, котрі він повинен виконати в процесі доїння.

Зменшення часу ручних операцій можливо за рахунок автоматизації основних технологічних операцій, значного скорочення часу витрачаємого на допоміжні операції (шляхом застосування раціональної організації праці), та ліквідації транспортних робіт за рахунок впровадження більш сучасних доїльних установок.

Позначивши час ручних робіт t_p, хв., визначають його для різних доїльних установок за формулою

$$t_{р.} = t_{осн} + t_{доп} + t_{тр}\text{,} \tag{4}$$

де $t_{осн}$ - затрати часу на підмивання, витирання і масаж вим'я, здоювання перших цівок молока, надівання доїльних стаканів, машинне додоювання, зняття доїльних стаканів, хв. (приблизно цей час складає 1,5 хв.);

$t_{доп}$ - час на підключення і відключення доїльних апаратів, перенесення доїльного апарата на інше місце, хв.;

$i_{тр}$ - час на перенесення та зливання молока при доїнні в відра, хв.

Складові затрати часу на ручні операції наведено в таблиці 2.

2.5 Визначають продуктивність прані оператора за формулою

$$\text{Q}_{о.} = \frac{60}{\text{t}_\text{р}}, \frac{кор.}{год.} \tag{5}$$

2.6 Визначення кількості операторів-доярів

Для того, щоб видоїти все поголів'я в заданий час потрібно мати задану кількість операторів.

Кількість операторів, що обслуговує одну доїльну установку можна визначити за формулою

$$N_{o.} = \frac{m'_q}{Q_o \cdot T} \qquad \text{або} \qquad N_o = \frac{m'_q \cdot t_p}{60 \cdot T}, чол., \tag{6}$$

де m'_q - кількість корів, що обслуговується однією установкою.

Таблиця 2 - Середні затрати часу оператора на ручні і машинно-ручні операції при доїнні однієї корови

В хвилинах

Назва операції	Позначення	Тип доїльної установки					
		«в відра»	«молокопровід»	«Ялинка»	Пересувна	«Карусель»	Автоматизована
Основна	осн.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	0,8
Допоміжна	доп.	2,5	2,0	0,5	1,0	0	0
Транспортування молока	тр.	1,0	0	0	0	0	0
Загальний час ручних робіт	р.	5,0	3,5	2,0	2,5	1,0	0,8

Якщо значення N_o отримано не ціле число, то його округляють в більшу сторону.

2.7 Визначають кількість апаратів, необхідних одному оператору за формулою

$$N_4 = \frac{t}{t_p} = \frac{t_м + t_p}{t_p} = \frac{t_м}{t_p} + 1, \tag{7}$$

де $t_м$ - тривалість машинного доїння корови апаратом без заключного масажу і машинною додоювання, $t_м = 4...5$ *хв;*

t - загальний час доїння однієї корови, хв.

Тривалість доїння однієї корови залежить від адаптації корів до машинного доїння, типу доїльної установки і кваліфікації оператора-дояра.

Якщо значення отримано не ціле число, то його округляють в меншу сторону. Це робиться з метою дотримання правил машинного доїння.

Правильність розрахунку треба перевіряти по відношенню

$$\left(N_{A\ розр.} \cdot N_{о\ розр.}\right) \leq \left(N_{A\ окр.} \cdot N_{о\ окр.}\right) \quad (8)$$

В випадку, якщо нерівність не виконується, треба збільшити кількість операторів-доярів.

ПРИКЛАД

1 $N_0 = 5,2$ - округляємо число доярів до 6;

$N_A = 2,2$ - округляємо число апаратів до 2.

11,44 < 12

Приймаємо 6 операторів, що працюватимуть з двома апаратами кожний, або

2 $N_0 = 5,6$ - округляємо до 6 чоловік;

$N_A = 2,5$ - округляємо до 2 апаратів

14 < 12

Нерівність не виконується, тому треба добавити ще одного оператора, так як затримувати апарати на дійках вим'я корови заборонено.

Приймаємо в другому варіанті 7 операторів, що працюють з двома апаратами кожний.

Погрібну кількість всіх операторів на фермі визначають за формулою

$$N_г = N_о \cdot N_{а.у.}, чол. \quad (9)$$

2.8 Визначають фактичну продуктивність доїльної установки за формулою

$$Q_{фак.} = Q_о \cdot N_{о.}, кор/год. \quad (10)$$

2.9 Визначають пропускну можливість доїльної установки «Карусель» за час *T* за формулою

$$Q_к = \frac{60 \cdot T - t_о}{t_о}, чол. \quad ,(11)$$

де i_0 - час одного оберту платформи установки, хв;

n - число станків, установлених на платформі.

2.10 Знаходять годину продуктивність доїльної установки за формулою

$$Q_{к.год.} = \frac{Q_к}{T}, корів / год \quad (12)$$

2.11 Визначають фактичний час $T_ф$, на доїння дійної череди ферми за формулою

$$T_ф = \frac{m_q}{Q_{к.год.}} = \frac{(0{,}85...0{,}90)m}{Q_{к.год.}} \quad (13)$$

2.12 Кількість операторів, що обслуговують установку визначають за формулою

$$N_o = \frac{t_p \cdot N_y}{t_o}, чол. \quad (14)$$

де N_y - кількість апаратів на установці.

3 РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОЇ

Молоко це продукт харчування, що швидко псується. Воно не може зберігатись та транспортуватись, якщо його не обробити після доїння. В залежності від місця розташування господарства, наявності інфекційних захворювань і форми реалізації, обробка і переробка молока безпосередньо в господарстві може виконуватись по слідуючим технологічним схемам*:

1 Прийняття (облік) → очистка → термінове транспортування

По цій схемі господарства, що мають сприятливі умовило інфекційним захворюванням і розташовані недалеко від молочного заводу. У відповідності з ДОСТом 13264-70 вони можуть поставляти свіжовидоєне молоко на протязі години після доїння, якщо на це є згода підприємства молочної промисловості та мається дозвіл ветеринарної та санітарної служби.

---

* Основні технологічні схеми наведено в додатках А…Ж

2 Прийняття → очистка → охолодження → транспортування

3 Прийняття → очистка → нормалізація → пастеризація → охолодження

→ фасовка → транспортування

4 Прийняття → очистка → пастеризація за особливих режимів → охолодження → транспортування

Ця схема застосовується в господарствах, карантированих по інфекційним захворюванням тварин, це молоко після відповідної термічної обробки використовується в їжу людям.

Все обладнання для первинної обробки і часткової переробки, зберігання і транспортування молока монтується в спеціальних приміщеннях, що називають прифермським молочним відділенням.

Це відділення обслуговує декілька молочних черед, що знаходиться в різних корівниках ферми. Молочний цех може обслуговувати одночасно декілька ферм. Призначення молочного відділення чи цеху - прийняття. облік молока, очистка і при необхідності пастеризація молока, його сепарація (з метою отримання відвійок для випоювання телят), охолодження молока і вершків отриманих при сепарації і зберігання до відправки з господарства.

По насиченості механізмами, пристроями і апаратами, по енергонасиченості молочне відділення великої ферми чи комплексу прирівнюється до кормоцеху. Тому проектуванню молочної, правильної експлуатації обладнання, ефективному використанню теплових апаратів і холодильних установок інженер повинен приділяти велику увагу.

Розміри приміщення молочної і погребу в обладнанні визначають в залежності від кількості корів та їх продуктивності, а також можливості прийому молока від населення. Окрім нього слід знати максимальну кількість молока, що може поступити за зміну чи за добу і прийняти до уваги перспективи розвитку молочного господарства.

Час первинної обробки молока залежить від організації роботи виробничої лінії. Мінімум часу витрачається при обробці молока на поточній лінії.

Для того, щоб здійснився потік, необхідно узгодити годинну продуктивність всього обладнання потокової лінії.

3.1 Визначення годинної продуктивності потокової лінії

Річну кількість молока, що поступає в молочну, визначають за формулою

$$Ì_{ð} = Ì \cdot m, êã, \quad (15)$$

де *M* - середньорічний надій на корову, кг.

Максимальний добовий збір молока визначають за формулою

$$Ì_{äîá} = \frac{\alpha \cdot Ì_{ð}}{365}, êã/äîá, \quad (16)$$

де *a* - коефіцієнт нерівномірності надою *(a = 1,2...1,5)*.

Максимальний разовий надій молока визначають за формулою

$$Ì_{ðàç} = \beta \cdot Ì_{äîá}, êã, \quad (17)$$

де β - коефіцієнт, що враховує максимальний надій молока за одне доїння (при двократному доїнні $\beta = 0,65$, при трикратному доїнні $\beta = 0,4$).

Максимальне значення годинної продуктивності розраховується за формулою

$$Ì_{ã} = \frac{Ì_{ðàç}}{Ò}, êã/ãîä., \quad (18)$$

де *T* - тривалість доїння череди, год.

Отриману розрахункову годинну продуктивність, як правило, округляють, враховуючи довідкові дані про технологічне обладнання.

По цій продуктивності вибирають основне, допоміжне і транспортне обладнання для молочної, враховуючи не тільки технологічні вимоги, а й технічні можливості господарства (Наприклад, забезпечення молочної холодом, теплою водою і паром).

3.2 Визначають необхідну кількість фляг для молока при доїнні в відра за формулою

$$n_{ô} = \frac{Ì_{ðàç}}{ä_{ô}}, øò \ ., \tag{19}$$

де $д_ф$ - місткість фляги *($д_ф$ =35 л).*

3.3 Приймання та зважування молока

Зважують молоко на спеціальних вагах СМИ-250, СМИ-500 і СМИР-500Р, що мають ванни місткістю 250, 500 л.

Продуктивність ваг визначають за формулою

$$Q_{ô} = \frac{V \cdot \rho \cdot 60}{t_{ö}}, êã/ ãîä. , \tag{20}$$

де V - робоча місткість резервуару ваг, м^3 ;

ρ - щільність молока, кг/м^3 *(ρ =1030... 1040 кг/м*);

$t_ц$ - тривалість одного циклу (загальний час наповнення резервуару, зважування та звільнення від молока), $t_ц$= *5...10 хв.*

3.4 Очистка молока

Очистка молока повинна проводитися терміново після доїння, для того щоб попавші в нього частинки бруду не розкисли, а мікроорганізми, що знаходяться всередені і на поверхні їх, не встигли вимитися і розмножитися.

Молоко очищають від механічних домішок фільтруванням або відцентровим способом, фільтрується молоко в потоці марлевими, фланцевими чи лавсановими фільтрами. Відцентровий спосіб очистки молока від механічних домішок з використанням сепаратора-молокоочисника ОМА-ЗМ і молокоочисника ОМ-1 найбільш досконалі.

Вибрав сепаратор-молокоочисник, визначають продовження його безперервної роботи без розборки за формулою

$$t = \frac{100 \cdot V}{P \cdot Q_o}, \tag{21}$$

де V - об'єм камери для бруду очисника, л;

$$V = 100 \cdot \pi \cdot \left(R_{max}^2 - R_{min}^2\right) \cdot H,$$

R_{max} - максимальний радіус камери для бруду, м;

R_{min} - мінімальний радіус камери для бруду, м;

H - висота пакету тарілок, м.

V - приблизно можна приймати 40...90 $см^3$ на 100 л годинної продуктивності очисника;

P - процент відкладення сепаративної маси від загального об'єму пропущеного молока, (приймається 0,03...0,06%);

Q_o - продуктивність очисника, л/год.

Коротка технічна характеристика сепараторів-очисників наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 - Технічна характеристика очисників молока

Марка	Продуктивність, л/год	Кількість тарілок в барабані,шт.	Відстань між тарілками, мм	Об′єм камери для бруду, $см^3$
ОМ-1	1000	20…22	1,5	1000
ОМА-3А	5000	26…27	3,0	4800

3.5 Охолодження молока - основна технологічна операція його первинної обробки

Охолодження - найкращий метод зберігання натуральних властивостей молока. Понижені температури, якщо і не вбивають мікроби, але сильно заторможують їх розвиток.

Ступінь охолодження молока визначається продовженням його зберігання. Економічно вигідно охолоджувати молоко до 10°С. якщо його зберігання не перевищуватиме 5...6 годин;

до 6...7°С - при зберіганні не більше 12 годин;

до 4...5°С - при зберіганні не більше 24 годин.

В сучасний час визначено, що зберігати сире молоко більше доби при низьких температурах нераціонально, так як при цьому знижується його якість.

На молочних фермах використовують чотири технічних варіанти охолодження молока:

- охолодження в флягах, що занурюють в басейн:
- на апаратах безперервної лінії:

- в резервуарах:
- шляхом суміщення апаратів безперервної дії з резервуарами.

Для охолодження молока в господарствах застосовується холодна вода, сніг, лід і штучний холод. З метою економії льоду чи штучного холоду, молоко попередньо охолоджують річною, джерельною, колодязною водою та з водопровідної мережі.

На великих фермах і комплексах молоко охолоджують в пластинчатих (закритих) охолоджувачах і в молочних танках. Холодоносієм в них являється вода чи росіл. Охолоджувачі обладнуються насосами для подачі в них молока і охолоджуючої рідини.

Технічна характеристика охолоджувачів приведена в таблиці 4.

Молоко може охолоджуватися і зберігатися в молочних танках, характеристики яких наведені в таблиці 4.

Молоко в пластинчатих охолоджувачах і танках ТОВ-1 і ТО-2 охолоджується водою із холодильних установок, характеристики яких наведені в таблиці 5.

Танки-охолоджувачі ТОМ-2А, АХЦ-1000 і СМ-1200 (Польща), (таблиця 6), мають свої холодильні агрегати і охолоджують молоко самостійно.

Охолоджувачі вибирають по продуктивності і поверхні теплообміну.

Робочу поверхню охолодження розраховують за формулою

$$F_{îõ} = \frac{M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot (t_1 - t_2)}{\hat{E}_{îõ} \cdot \tau_{îõ}}, \qquad (22)$$

де M_c - секундні витрати молока, кг/с;

$C_м$ - тепломісткість молока, $C_м = 3880...3950$ Дж/кг.град;

t_1 - початкова температура молока, що поступає в охолоджувач, °С;

i_2 - кінцева температура молока, яка виходить з охолоджувача, °С.

$$t_2 = t_{î} + \tau_{min}, \qquad (23)$$

де t_o - початкова температура холодоносія, приймається для води із водопроводу плюс 8... 12 °С, для льодяної води 2...4 °С, для розчину повареної солі – (-5...-10°С);

τ_{min} - різність температур охолодженого молока і холодоносія:

$$t_{min} = t_2 - t_o \qquad (24)$$

Для пластинчатих охолоджувачів приймається 2...4°С.

Таблиця 4 – Технічна характеристика молочних охолоджувачів

Показники	Пластинчаті охолоджувачі					Танки-охолоджувачі	
	ОМ-400	РА-400/90 ГДР	ООТ-М	ООУ-М	ОМ-1	ТОВ-1	ТО-2
1 Призначення	Входять в склад доїльної установки		Роблять самостійно			Без холодильного агрегату	
2 Продуктивність,л/год	400	500	3000	5000	1000	-	-
3 Спосіб охолоджування молока	Молоко охолоджується водою, що надходить з холоди холод установок						
4 Робоча місткість, л	-	-	-	-	-	1000	2000
5 Поверхня теплообміну, $м^2$	1,4	1,36	6,5	11,2	3,0	-	-
6 Поверхня секцій, шт..	1	1	а) водяна секція б) росольна секція		1	-	-
7 Кратність охолоджувальної води	3	6	3	3	3	-	-
8 Кількість пластин, шт..	42		а) 24 б) 25	а) 41 б) 41	42	-	-
9 Сумарна потужність, кВт	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	11,9	11,9
10 Загальна площа з урахуванням проходів,$м^2$	-	-	1,8	1,8	1	4	7,4

K_{ox} - загальний коефіцієнт теплопередачі, для пластинчатих охолоджувачів K_{ox} = 1800...2300 Вт/м^{2}град (більша величина приймається для розсолу і льодяної води);

τ_{ox} - середня логарифмічна різність температур молока і холодоносія:

$$\tau_{îõ} = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2{,}3\, lg \frac{\tau_{max}}{\tau_{min}}}, \qquad (25)$$

τ_{max} - різність температур поступаючого в охолоджувач молока і холодоносія, що нагрівся,

$$\tau_{max} = t_1 - t_{ê}, \qquad (26)$$

$t_к$ - кінцева температура холодоносія, визначається з виразу теплового балансу: тепло, втрачене молоком, прирівнюється, не вживаючи на втрати, теплу, що отримав холодоносій за час протікання через охолоджувач

$$n_{õ} \cdot Ì_{ñ} \cdot Ñ_{õ} \cdot (t_{ê} - t_{î}) = M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot (t_1 - t_2), \qquad (27)$$

тоді

$$t_{õ} = \frac{C_{ì} \cdot (t_1 - t_2) + n_{õ} \cdot C_{õ} \cdot t_{î}}{n_{õ} \cdot C_{õ}}$$

n_x - коефіцієнт витрати холодоносія, тобто відношення кількості холодоносія до кількості молока, що проходить через охолоджувач за один і той же час. для води $n_н$ = 2,5...3,0, для розсолу та льодяної води $n_р(n_л)$ = *2,0...4,0;*

C_x - тепломісткість холодоносія, для води $C_в$ =*4190* Дж/кг.град, для розсолу та льодяної води $C_Р(C_л)$ = 3680 Дж/кг.град.

По знайденій поверхні охолодження і годинній продуктивності поточної лінії, вибирають охолоджувач і визначають їх кількість.

Якщо охолоджувач має дві секції, то через першу секцію пропускають воду із водопровідної мережі, а через другу льодяну воду або росіл, то охолоджені холодильною установкою.

Розрахунки по секціям роблять самостійно.

Таблиця 5 – Технічна характеристика водоохолоджуючих холодильних установок

Показники	МХУ-8С	МКТ20-2-0	МКТ14-2-0	МКТ28-20
1 Холодильний агент	хладон-12	хладон-22	хладон-22	хладон-22
2 Холодопродуктивність: к.кал/год кДж/год	 8000 33440	 32000 133760	 20500 85690	 45000 188100
3 Кількість молока, охолоджує мого від t = 35^{0}С до t = 5^{0}С, кг/год	250	110	680	1500
4 Потужність встановлених електродвигунів, кВт	5,2	13,6	8,6	16,5
5Оптова ціна, грн.	1600	2900	2700	3100
6 Площа, м^2	2,2	1,5	1,5	2

Таблиця 6 – Технічна характеристика холодильних установок-танків

Показник		ТОМ-2А	АХУ-1000	СМ-1200 (ПНР)	МКА-20 (ГДР)
1 Робоча місткість, л		1800	1000	1200	2000
2 Марка холодильної установки		МХУ-121	ИФ-56	АР 23В12В	МКА-500
3 Холодопродуктивність при температурі випарування 15^{0}С	ккал/год кДж/год	12000 50160	3000 12600	2500 10450	8100 34000
4 Кількість хладону в системі, кг		40	14	7	14
5 Час акумуляції льоду, год		3…4	-	20	
6 Час охолодження молока від t = 32^{0}С до t = 4^{0}С, кг/год		2…2,5	4	2,5	6
7 Потужність встановлених електродвигунів, кВт		8,0	3,2	2,7	6,6
8 Площа, м^2		10	10	10	10

Кількість витрачаємого холодоносія знаходять з виразу

$$G_{õ} = 3600 \cdot n_{õ} \cdot M_{ñ} \cdot T, êã, \qquad (29)$$

де T- час роботи поточної лінії в годинах.

Холодильну установку вибирають по найбільшій добовій потребі в холоді, або по годинній продуктивності.

Добову потребу в холоді визначають за формулою

$$Q_{äîá} = Q_1 + Q_2 + Q_3, êÄæ \quad , \tag{30}$$

де Q_1 - кількість холоду,- потрібного для охолодження молока до температури зберігання (4°, 6°, 8°, 10°), кДж;

Q_2 - кількість холоду, потрібного для підтримання постійної температури при зберіганні молока в танках, кДж;

Q_3 - кількість холоду для компенсації випадкових неврахованих втрат, кДж.

Кількість холоду Q_1, що потрібно для охолодження молока $M_{доб.}$ від температури t_1 до температури t_2, визначають за формулою

$$Q_1 = Ì_{äîá} \cdot Ñ_ì (t_1 - t_2), êÄæ \quad , \tag{31}$$

де $C_м$ - тепломісткість молока, кДж/кг.град ($C_м = 3{,}95$ *кДж/кг.град*);

t_1, t_2 - відповідно початкова і кінцева температура молока, що охолоджується, °С.

Годину потребу в холоді для охолодження молока визначають по виразу

$$Q_2 = Ì_ã \cdot Ñ_ì (t_1 - t_2), êÄæ \quad , \tag{32}$$

$$Q_2 + Q_3 \approx Q_1, \text{ тому } Q_{äîá} \approx 1{,}15 Q_1$$

де $M_г$ - погодинне надходження молока на охолодження, кг/год.

При охолоджені молока в танках потрібно враховувати його робочу місткість.

3.6 Пастеризація молока

Пастеризують молоко в ваннах довгої пастеризації при температурі 65°С з утриманням 0,5 годин. Для миттєвої пастеризації використовують пастеризатори ОПД-ІМ і ГІ-12 з двохсторонім обігрівом молока паром, температура пастеризації 85...90°С.

Найбільш екологічні і універсальні у експлуатації пластинчастинчатопастеризаційно-охолоджувальні установки з підігрівом молока до температури 76°С і витримкою молока при цій температурі на протязі 20 с,

вони працюють в автоматичному режимі. В таблиці 7 приводиться коротка технічна характеристика пастеризаторів молока.

Згідно прийнятої схеми первинної обробки молока вибирають пастеризатор чи пастеризаційно-охолоджувальну установку по поверхні нагріву, годинній продуктивності чи місткості, визначають їх кількість і записують основні дані технічної характеристики.

Для підвищення продуктивності пастеризаторів, економії використання пару на пастеризацію і холоду на охолодження, молоко перед пастеризацією підігрівають у регенераторі за рахунок тепла гарячого пастеризованого молока.

Технологічний розрахунок регенератора заключається у визначені необхідного розміру його робочої поверхні для досягнення заданого коефіцієнта регенерації

$$F_{ðåã} = \frac{M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot \left(t_{ðåã} - t_{ì}\right)}{\hat{E}_{ò} \cdot \tau_{ðåã}}, ì^{2}, \tag{34}$$

де $i_м$ - температура молока, що поступило на регенератор (рисунок 1);

- температура молока, що виходить з регенератора (при вході в пастеризатор);

$$t_{ðåã} = t_{ðåì} + (t_{n} - t_{ì}) \cdot \varepsilon, \tag{35}$$

де t_n - температура пастеризації молока;

ε - коефіцієнт регенерації теплообмінника (яка частина тепла відбирається теплообмінником від гарячого молока);

$\varepsilon = 0,8...0,85$ - для пластинчатих регенераторів;

$K_т$ - загальний коефіцієнт теплопередачі регенераторів, $K_т = 2100...2800$ Вт/м^{2}град;

$\tau_{рег}$ - середній температурний напір в секції регенерації при постійній різності температур

$$\tau_{ðåã} = t_{n} - t_{ðåã} \tag{36}$$

По знайденій поверхні регенерації вибирають регенеративний теплообмінник, або визначають кількість пластин в секції регенерації.

Робоча поверхня пастеризатора чи секції пастеризації визначають за формулою

$$F = \frac{M_{\tilde{n}} \cdot C_{\grave{i}} \cdot \left(t_{\eth\mathring{a}\tilde{a}} - t_{\acute{i}}\right)}{\hat{E}_{\text{n}} \cdot \tau_{\text{n}}}, \tag{37}$$

де $t_н$ - початкова температура молока, що поступає в пастеризатор. Для пастеризаційно-охолоджувальної установки $t_н - t_{рег}$ (рисунок 1);

$K_п$ - загальний коефіцієнт теплопередачі пастеризатора,

$K_п = 2800...3000$ *Вт/м^{2}град.;*

$\tau_п$ - середній температурний напір в секції пастеризації

$$\tau_n = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2{,}3 \cdot lg \frac{\tau_{max}}{\tau_{min}}}, \tag{38}$$

$$\tau_{max} = t_n - t_{\eth\mathring{a}\tilde{a}}, \quad \tau_{min} = t_2 - t_n,$$

t_1 - початкова температура теплоносія;

$t_2 = 107°C$ - для пара (у пастеризаторів миттєвої дії ОПД-1М, П-12);

$t_3 = 80 ...90^0$ *C* - для води у пластинчатих пастеризаторів**.**

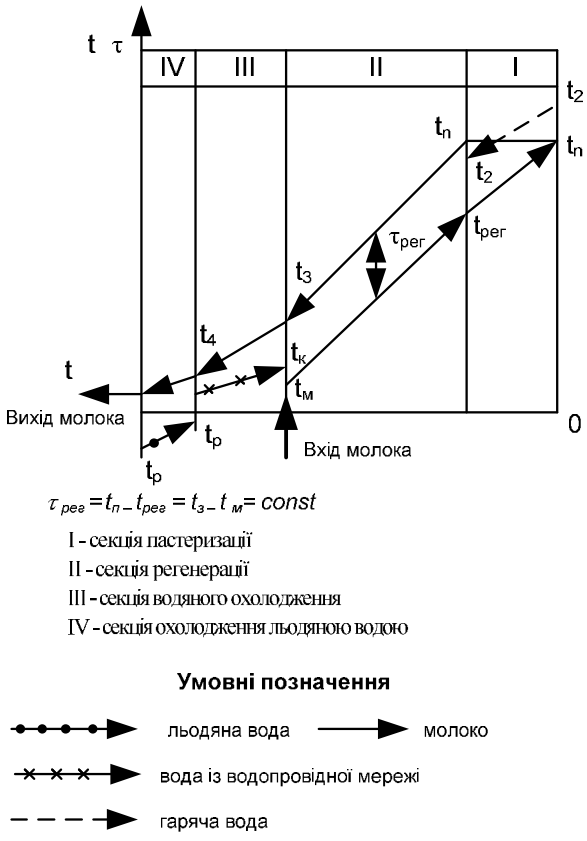


Рисунок 1 - Температурний графік пластинчатої пастеризіційно-охолоджувальної установки

Таблиця 7 – Технічна характеристика пастеризаторів молока і пастеризаційно-охолоджувальних установок

Показники	Ванни тривалої пастеризації			Пастеризатори миттєвої дії		Танки-охолоджувачі		
	ВДП-300	ВДП-600	ВДП-1000	ОПД-1М	П-12	ОПФ-1	ОПУ-3М	ОПУ-5М
1 Ємність, л: продуктивність, л/год	300	600	1000	1800	1800	1000	3000	5000
2 Початкова температура молока, ^{0}С	-	-	-	5	5	5…10	5…10	5…10
3 Температура пастеризації, ^{0}С	65	65	65	85	85	76/90	76	76
4 Тривалість витримки молока, с	30 хв.	30 хв.	30 хв.	3…4	3…4	20/300	20	20
5 Поверхня теплообміну, м^2	2	3,2	6	1,2	1,2	6,85	13,4	24,6
6 Витрата теплопровідної води, м^3/год						2	9	12
7 Витрата пару, кг/год	700	700	700	320	320	26	72	120
8 Робоча поверхня 1 пластини, см^2	-	-	-	-	-	1850	1900	1900
9 Кількість пластин, шт.	-	-	-	-	-	37/62	71	132
10 Потужність ел. двигуна, кВт	0,6	0,6	0,6	1,7	1,7	3,5	10,0	12,0
11 Габарити	1,288 0,925 1,357	1,430 1,136 1,510	1,755 1,144 2,055	1,20 0,92 1,27	1,2 0,92 1,27	3,6 3,0 2,5	2,105 0,70 1,525	2,646 0,70 1,525

По знайденій поверхні визначається кількість пастеризаторів, або кількість пластин у секції.

Витрати пара на пастеризацію визначають за формулою

$$F = \frac{M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot \left(t_{ðåã} - t_{í}\right)}{\hat{E}_{\text{n}} \cdot \tau_{\text{n}}}, \qquad (39)$$

де $П_c$ - секундні витрати пара, кг/с;

i - тепломісткість пара, $i = 2640 \cdot 10^3$ *Дж/кг;*

λ - тепломісткість конденсату, $\lambda = 335 \cdot 10^3$ *Дж/кг;*

η_n - к.к.д. пастеризатора, $\eta_n = 0{,}9...0{,}95$.

Визначив секундні витрати пара, підраховують погодинні і добові витрати пара на пастеризацію молока.

Для того, щоб вибрати джерело пара, треба підрахувати загальні витрати пара по молочній з урахуванням інших потреб, побудувавши графік роботи обладнання в молочній, графік витрат пара по годинам доби і максимальним погодинним витратам пара підібрати паровий котел, визначити їх кількість.

Методика розрахунку поверхні охолодження у комбінованому апараті для пастеризації і охолодження молока приведена в розділі 2.5.

Поверхня охолодження в третій секції (водою з водопровідної мережі) визначається за формулою

$$F_{îõ} = \frac{M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot \left(t_3 - t_4\right)}{\hat{E}_{îõ} \cdot \tau_{îõ}},$$

а поверхню охолодження в другій секції (льодяною водою або росолом) визначають за формулою

$$F_{îõ} = \frac{M_{ñ} \cdot C_{ì} \cdot \left(t_3 - t_{îõ}\right)}{\hat{E}_{îõ} \cdot \tau_{îõ}}$$

де t_3 - температура пастеризованого молока після секції регенерації (при вході в III секцію охолодження),

$$t_3 = t_{ì} + \tau_{ðåã}$$

t_4 - температура молока на виході з III секції охолодження.

$$t_4 = t_{ì} + \tau_{ðåã}$$

t_{ox} - кінцева температура молока.

При розрахунках пластинчатих апаратів визначається кількість пластин в кожній секції, враховуючи робочі поверхні теплообмінника і однієї пластини.

3.7 Розрахунок добової витрати пари в молочній на технологічні потреби

$$П_{доб} = П_п + П_ф + П_с + П_{оп} + П_{гв}, \quad (40)$$

де $П_п$ - добові витрати пара на пастеризацію молока, кг,

$$П_п = П_{год} \cdot Т \cdot К_р, \quad (41)$$

$П_ф$ - добові витрати пара на пропарювання фляг, кг;

$Т$ - час пастерізації, год, *(Т = 0,88...1,28 год.);*

$К_р$ - коефіцієнт регенерації, *($К_р$ =1,18...1,30).*

$$П_п = К_ф \cdot n_ф \cdot К_р, \quad (42)$$

$К_ф$ - витрати пара на пропарювання однієї фляги (0,2 кг);

$П_с$ - добові витрати пара на стерилізацію труб і обладнання, кг

$$П_с = К_с \cdot К_р, \quad (43)$$

$К_с$ - витрати пара на одну стерилізацію (25 кг);

$П_{оп}$ - витрати пара на опалення молочної, кг

$$Ï_{îï} = Ê_{îï} \cdot V = K_{îï} \cdot F_ì \cdot H, \quad (44)$$

$Н$ - висота приміщення, м;

$К_{оп}$ = *(0,5...0,75) кг/м*^{3} на добу;

$$F_ì = \frac{\sum f}{K_ì}, \quad (45)$$

$F_м$ - площа молочної, м^3;

$К_м$ - коефіцієнт заповнення площі підлоги, *($К_м$ = 0,2...0,3);*

Σf - загальна площа, що зайнята машинами та обладнанням;

$П_{гн}$ - витрати пара на підігрів води, кг.

$$Ï_{ãí} = Ê_{ãâ} \cdot G_{ãâ}, \quad (46)$$

$К_{гв}$ - кількість пара, необхідного для підігріву одного кілограму води від температури 10°С до температури 90°С *($К_{гв}$ = 0,2 кг);*

$G_{гв}$ - кількість гарячої води, кг.

Кількість гарячої води $(t = 90^0C)$ можна визначити за формулою

$$G_{ãâ} = \frac{G_1 \cdot (t_1 - t_{ï}) + G_2 \cdot (t_2 - t_{ï}) + ... + G_{ï} \cdot (t_{ï} - t_{ô})}{t_2 - t_{ï}}, \quad (47)$$

де G_1 - витрати для миття фляг, кг

$$G_1 = \hat{a}_{ô} \cdot ï_{ô} \cdot \hat{E}_{ð}, \quad (48)$$

$в_ф$ - витрати води для одного миття однієї фляги (14 кг);

t_1 - температура води для миття фляг (50°С);

G_2 - витрати води для миття молочної системи, кг,

$$G_2 = 15 \cdot m_q \text{ при } t = 50^0C,$$

G_3 - витрати води на підмивання вим'я, кг;

$$G_3 = 5 \cdot m_q \text{ при } t = 45^0C,$$

G_4- витрати води для душа з розрахунку 50 кг на одну людину при

$$t_4 = 40^0C; \ t_2 = 45^0C; \ t_n = 10^0C.$$

3.8 Зберігання молока

Молоко, охолоджене нижче 10°С, зберігається у вертикальних РМВЦ-2 місткістю 2000л; РМВЦ-6 (6000 л) або горизонтальних РМГЦ-6 (6000 л) та РМГЦ-10 (10 000 л) танках. В них гарантується підвищення температури молока протягом 12 годин не більше чім на 1° при різності температур навколишнього повітря 20°.

Якщо молоко привозять з ферми після декількох доїнь, то його зберігають в танках-охолодниках, обладнаних холодильними установками.

Місткість ванни вибирають в залежності від кількості накопичуємого молока.

3.9 Перевозять молоко з ферми на молочний завод в більшості випадків автоцистернами.

В сільському господарстві використовують автоцистерни АЦПТ-0,9; АЦПТ-К7; АЦПТ-2ЛА; АЦПТ-2,8; АЦПТ-3.3; АЦПТ-5,6; АЦПТ-12. Цифри показують

місткість цистерни, тис.л.

Необхідно вибрати марку автоцистерни та визначити потрібну кількість їх для даної ферми в відповідності і добовим об'ємом і одноразовим вивозом охолодженого молока.

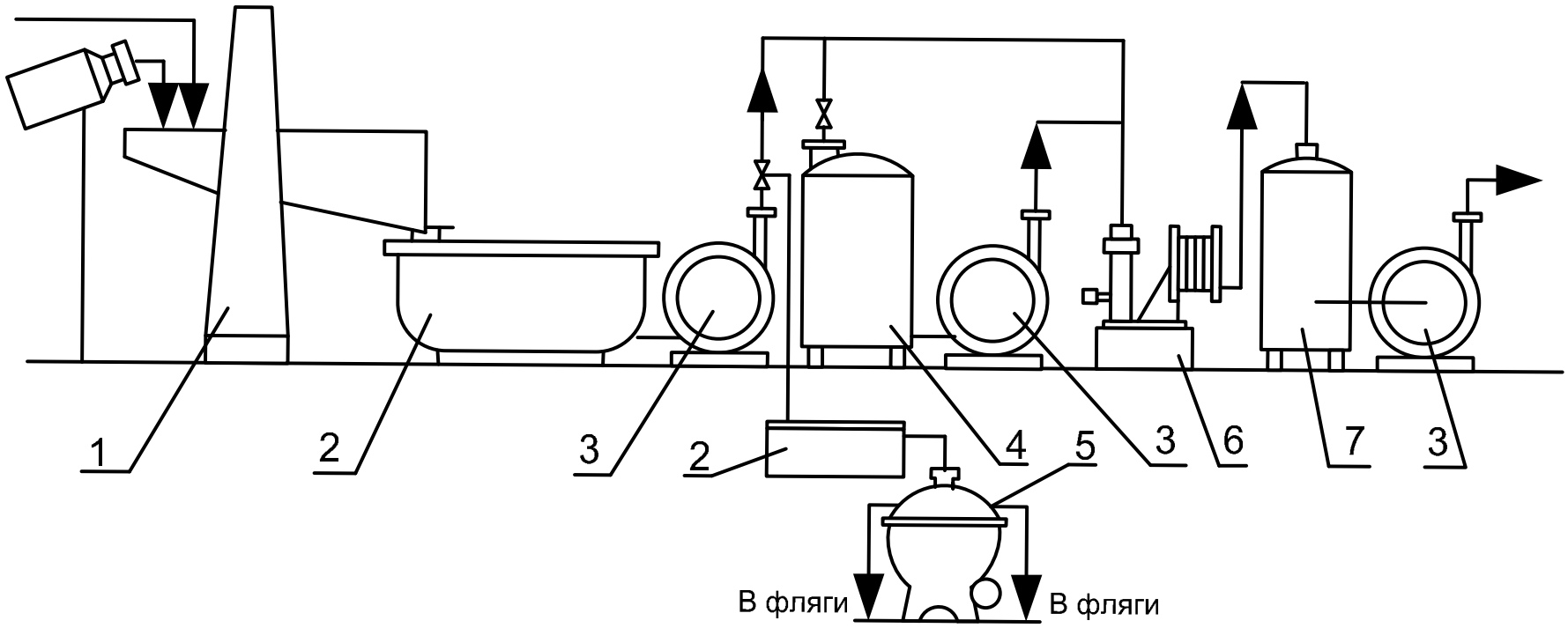
Собівартість тоно-кілометра при перевезені молока залежить від відстані доставки і місткості цистерни. Використання цистерни більшої місткості найбільш економічно вигідно.

ДОДАТКИ

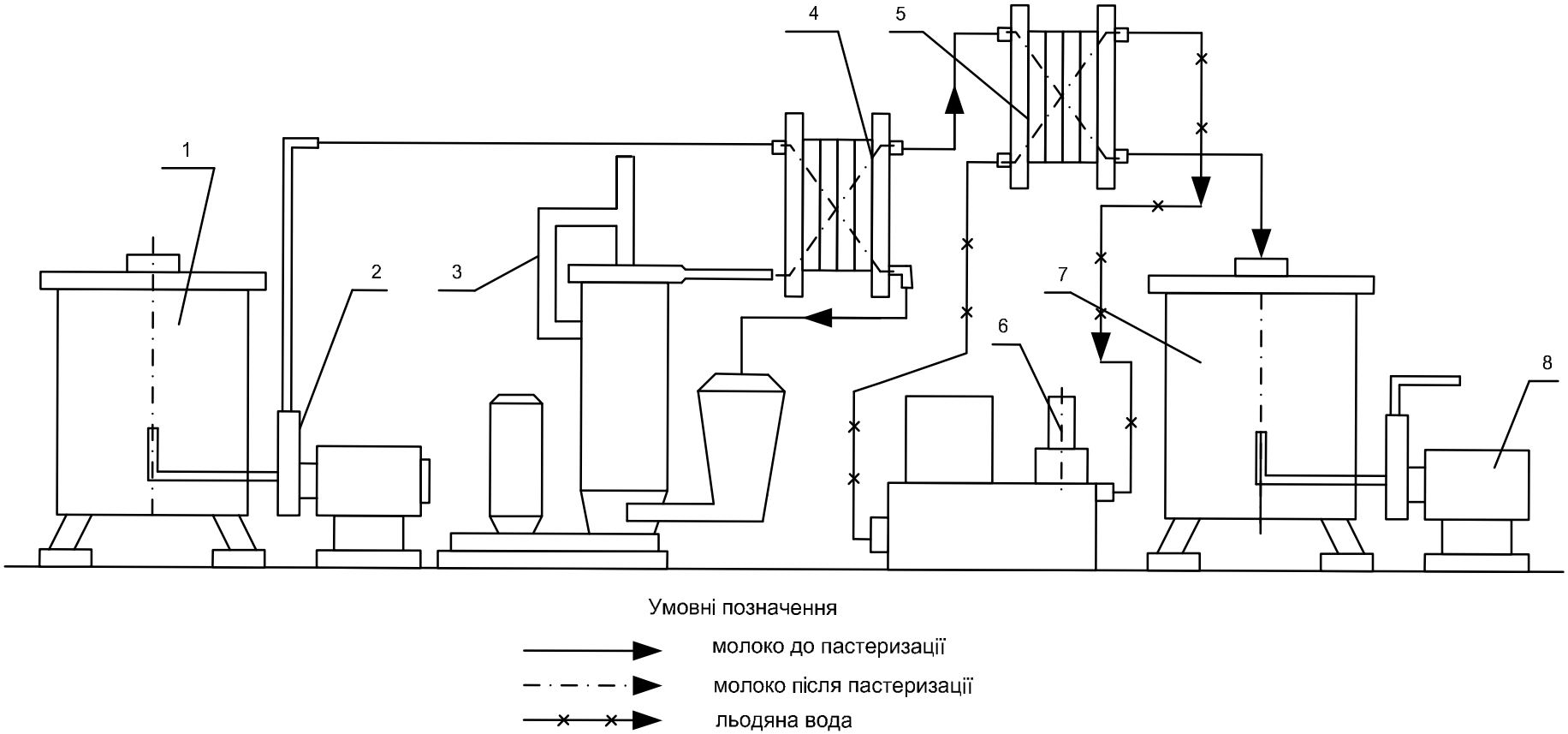
Технологічні схеми обробки молока

Додаток А

1 – груповий лічильник молока; 2 – повітровід дільник; 3 – насос НМУ-6; 4 – магістральний фільтр;
5 – охолодник; 6 – резервуар для молока; 7 – насос 36МЦ-6/12

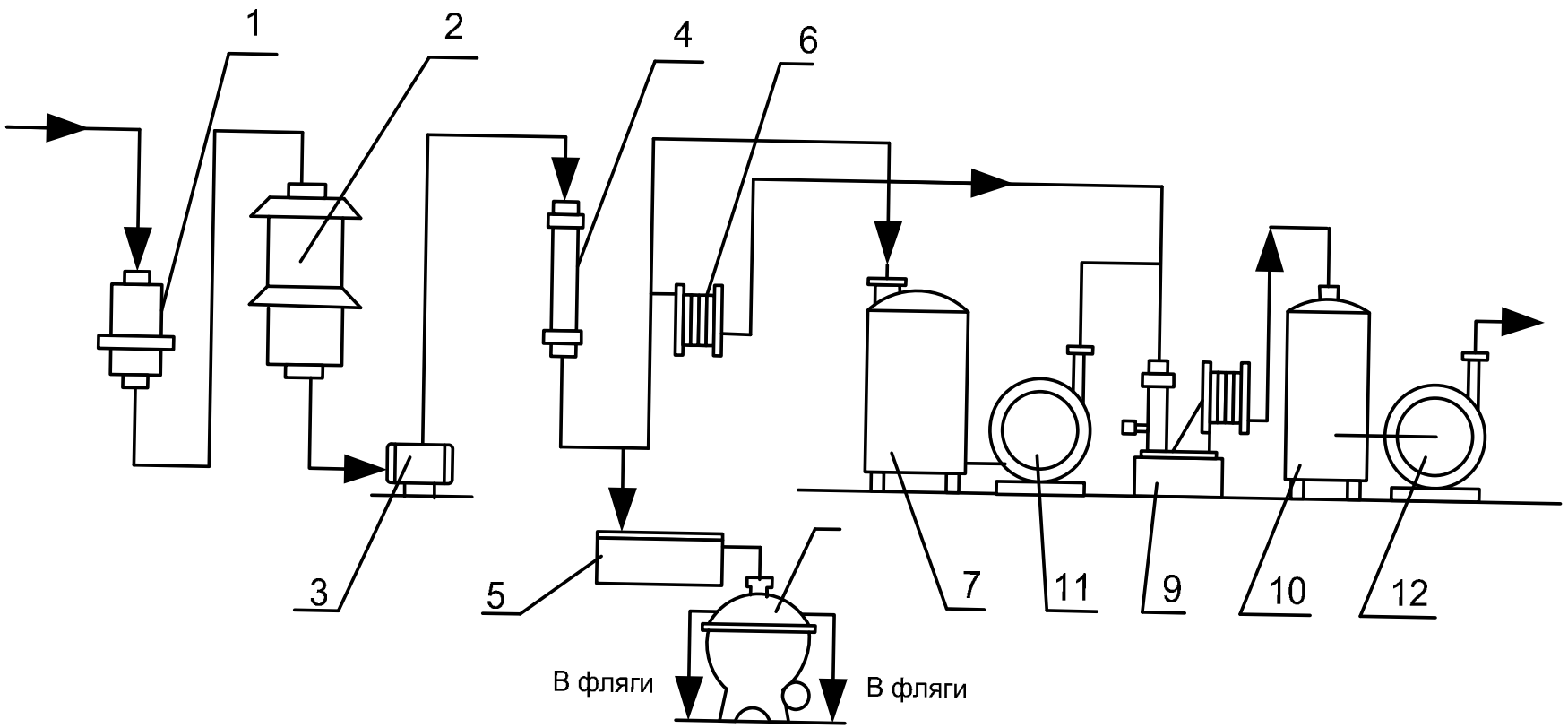


1 – ваги; 2 – бак молокоприймальний; 3 – насос; 4 – ванна тривалої пастеризації; 5 – сепаратор-вершковіддільник; 6 – очисник-охолодник ОМ-1; 7 – резервуар В20МВ2

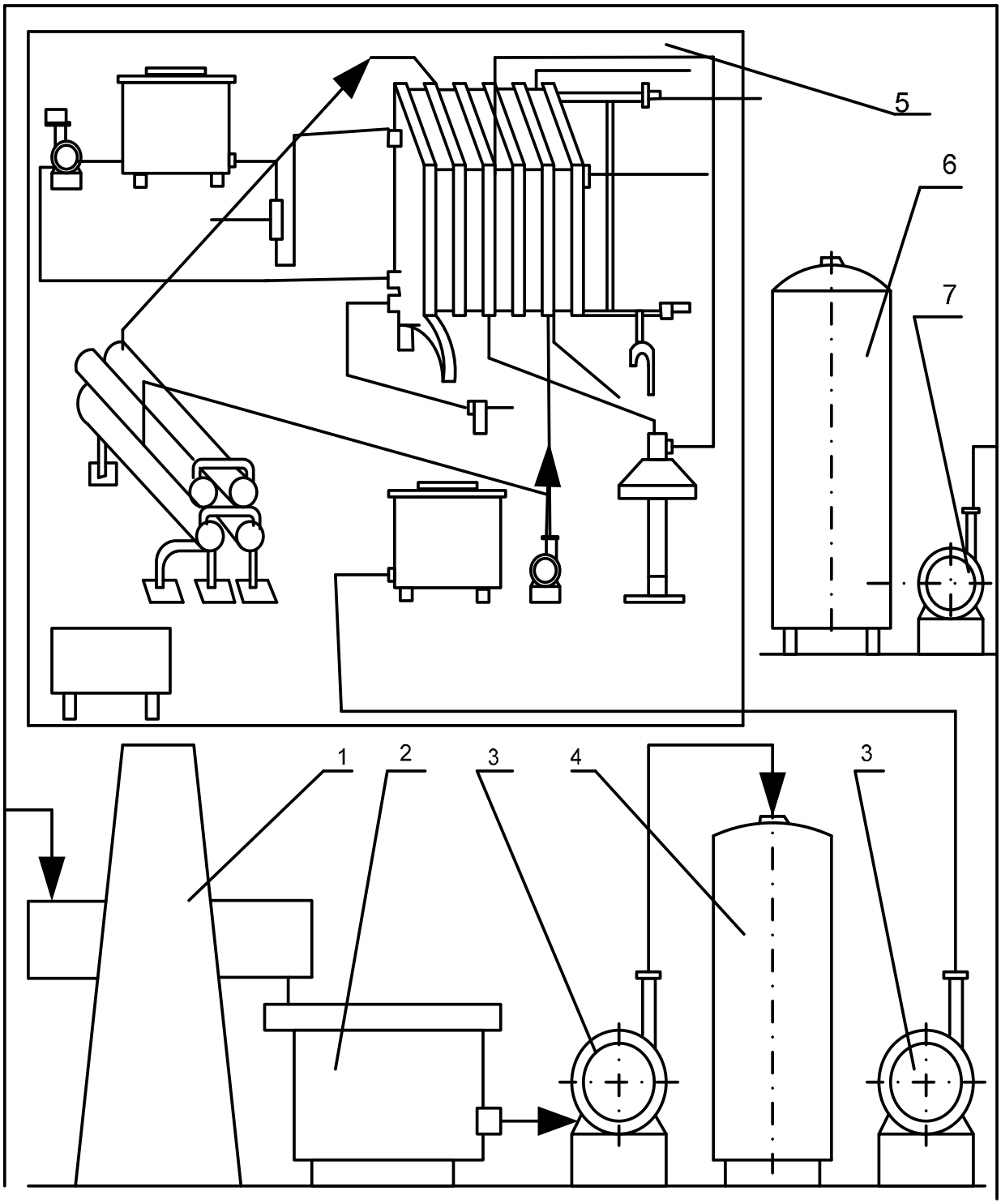


1 – молочний бак; 2 – насос; 3 – пастеризатор П-12; 4 – регенератор; 5 – охолодник; 6 – холодильна установка; 7 – молочна цистерна; 8 – молочний насос

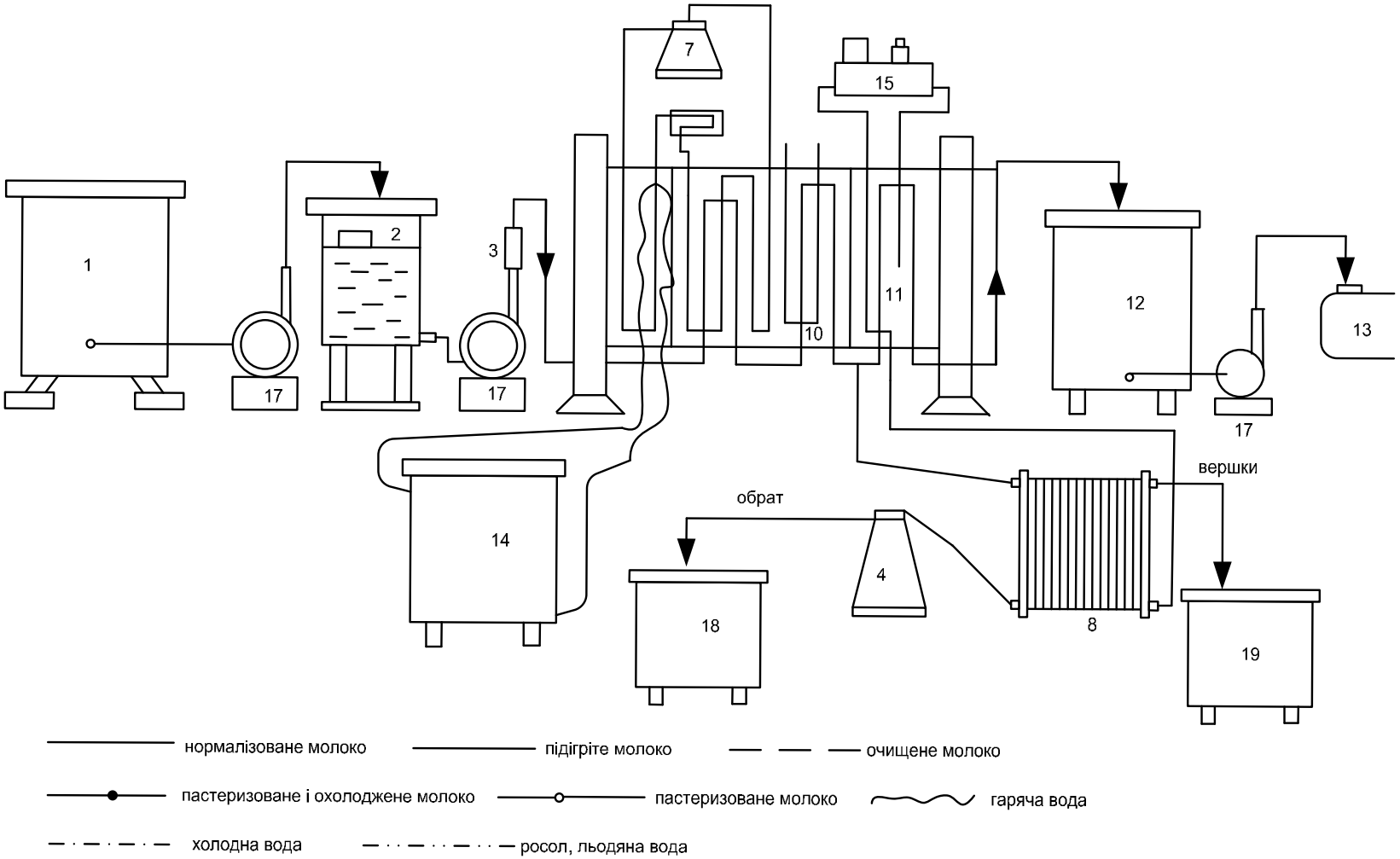
Додаток В



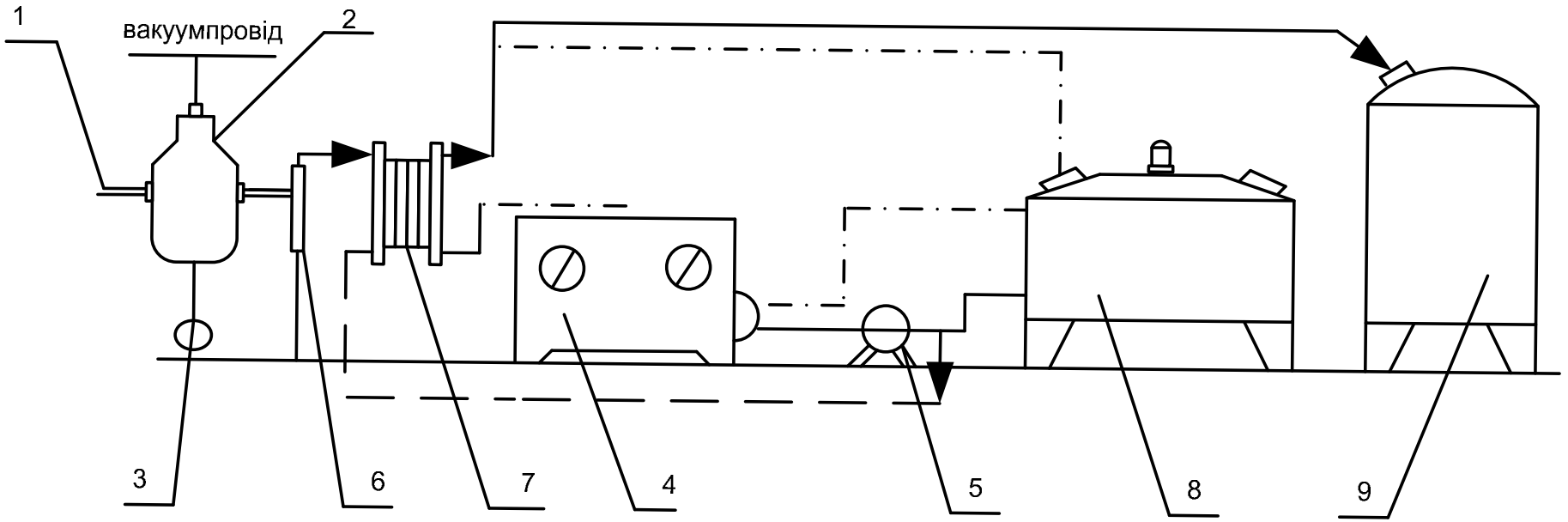
1– молочний лічильник; 2 – повітря віддільник; 3 – насос НМЦ-6; 4 – фільтр; 5 – бак молокоприймальний; 6 – охолодник молока; 7 – резервуар-термос; 8 – сепаратор-вершковідокремлювач; 9 – очисник-охолодник ОМ-1; 10 – резервуар; 11, 12 - насоси



1 – ваги; 2 – бак молокоприймальний; 3, 7 – насоси; 4 – резервуар; 5 – установка ОПФ-1; 6 - бак



1 – молокоприймальник; 2 – вирівнювальний бак; 3 – стабілізатор потоку; 4 – сепаратор-вершковідокремлювач; 5 – секція регенерації; 6 – охолодник вершків; 7 – молоко очисник; 8 – секція пастеризації; 9 – витримувач; 10 – секція водяного охолодження; 11 – секція охолодження льодяною водою або расом; 12 – молочний танк; 13 – молоковіз; 14 – бойлер; 15 – холодильна машина; 17 – молочний насос; 18 – бак для відвійок; 19 – бак для вершків



1 – молокопровід; 2 – молоко приймач; 3 – молочний насос НМЦ-6; 4 – водо охолоджувальна машина;
5 – водяний насос; 6 – трубчастий фільтр; 7 – пластинчатий охолодник АДМ-13; 8 – резервуар-охолодник;
9 – резервуар для зберігання охолодженого молока

Додаток Ж

ЛІТЕРАТУРА

1 І.І.Ревенко та ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств/ В.Д.Роговий, В.І.Кравчук, В.М.Манько, М.М.Чос – Київ.: Урожай, 1999. – 189 с.

2 Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование – М.: Колос, 1984. – 190 с.

3 Н.В.Барановский и др. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М.: Машиностроение, 1973. – 158 с.

4 І.І.Ревенко та ін. Механізація виробництва продукції тваринництва / Г.М.Кукта, В.М.Манько – К.: Урожай, 1994. – 264 с.