

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ННІ«Український державний хіміко-технологічний університет»

Факультет харчових та хімічних технологій
Кафедра технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової
продукції

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту
(бакалавр)

на тему: «Проект цеху виробництва соусу продуктивністю 20 т/добу»

Виконав: студент 5 курсу,
групи 5-ТЖ
спеціальності 181 «Харчові технології»
АХМЕДОВА А.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник ФІЛІНСЬКА А.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Дніпро – 2026 року

[illegible]

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.								Лім.	Арк.	Акрушів	
Перевір.										2	
Н. Контр.											
Затверд.											

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Огляд літератури	8
1.2 Обґрунтування вибору методу виробництва	20
1.3 Обґрунтування вибору місця будівництва цеху	22
1.4 Характеристика готового продукту	24
1.5 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	26
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30
2.1 Стадії технологічного процесу	30
2.2 Теоретичні основи технологічного процесу	32
2.3 Опис технологічного процесу	34
2.4 Норми технологічного режиму	36
2.5 Матеріальні розрахунки	37
2.5.1 Блок-схема виробництва	37
2.5.2 Початкові дані для розрахунків	38
2.5.3 Матеріальні розрахунки за стадіями технологічного процесу	39
2.5.4 Зведений матеріальний баланс	42
2.6 Технологічні розрахунки	44
2.6.1 Підбір обладнання	44
2.6.2 Конструкція та принцип дії апарата	48
2.6.3 Теплові розрахунки обладнання	49
2.7 Специфікація обладнання	52
2.8 Енергетичні витрати виробництва	53
2.9 Стандартизація і контроль якості продукції	54
3 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ	57
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	60
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	63
6 КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	66
7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	69
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	76
ДОДАТКИ	81

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Об'єкт дослідження – цех виробництва соусу продуктивністю 20 т/добу.

Мета проєкту – розробити проєкт цеху з виробництва соусу продуктивністю 20 т/добу, що забезпечує випуск продукції заданої якості за дотримання санітарно-гігієнічних вимог, безпечних умов праці та охорони довкілля.

У загальній частині проєкту виконано огляд літератури, обґрунтовано вибір технології виробництва та місця будівництва, наведено характеристику готового продукту, сировини та допоміжних матеріалів.

У технологічній частині описано стадії технологічного процесу, виконано матеріальні, технологічні та теплові розрахунки, здійснено підбір обладнання та складено специфікацію обладнання цеху.

У проєкті наведено заходи з автоматизації виробничих процесів, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, охорони довкілля. Описано компонування обладнання та будівельну частину. Виконано організаційно-економічний розрахунок основних техніко-економічних показників цеху.

СОУС, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС,
ОБЛАДНАННЯ, ПАСТЕРИЗАЦІЯ, ГОМОГЕНІЗАЦІЯ, ФАСУВАННЯ

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						4		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ДСТУ – Державний стандарт України

ДБН – Державні будівельні норми

НАССР – Hazard Analysis and Critical Control Points (аналіз небезпечних чинників і критичних контрольних точок)

ТМ – торговельна марка

СР – сухі речовини

ККТ – критична контрольна точка

ПЛК – програмований логічний контролер

КВП – контрольно-вимірювальні прилади

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДВ – гранично допустимі викиди

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушіє	
						5		

ВСТУП

Консервна промисловість України належить до стратегічно важливих сегментів харчової індустрії, що забезпечує населення якісними продуктами тривалого зберігання та формує значний експортний потенціал держави. Серед широкого асортименту консервної продукції томатні соуси посідають одне з провідних місць за обсягами споживання: за даними Державної служби статистики, річне споживання соусів і кетчупів в Україні перевищує 1,2 кг на особу, а загальна ємність ринку оцінюється приблизно у 50 тис. тонн на рік [1].

Актуальність проектування нового цеху з виробництва томатного соусу зумовлена кількома чинниками. По-перше, сучасний споживач висуває підвищені вимоги до якості та натуральності продукту, надаючи перевагу соусам із мінімальним вмістом штучних добавок, стабілізаторів та консервантів. По-друге, значна частина діючих консервних підприємств в Україні потребує модернізації технологічного обладнання, оскільки основне устаткування було введено в експлуатацію ще у 1980–1990-х роках і фізично зношене. По-третє, геополітичні зміни після 2022 року суттєво скоротили імпорт готових соусів із окремих країн, що відкрило нішу для вітчизняних виробників [2].

Соус томатний «Український» ТМ «Томатіно» позиціонується як натуральний продукт преміального сегмента, виготовлений виключно з вітчизняної сировини. Рецептúra передбачає використання томатної пасти, яблучного пюре, цукру, кухонної солі, оцтової кислоти та натуральних прянощів (кориця, гвоздика, духмяний перець, мускатний горіх). Масова частка сухих речовин готового продукту становить не менше 21 %, титрована кислотність знаходиться в межах 1,0–1,5 % (у перерахунку на яблучну кислоту), вміст кухонної солі складає 1,3–2,0 %. Продукт відповідає вимогам ДСТУ 8081:2015 «Консерви. Приправи і соуси овочеві та овоче-фруктові. Технічні умови» [2].

умови» [2].					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.							
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						6	

Метою дипломного проєкту є розробка технічної документації для будівництва цеху з виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу, що забезпечує випуск якісної продукції за дотримання санітарно-гігієнічних норм, безпечних умов праці та вимог охорони довкілля.

Для досягнення зазначеної мети у проєкті вирішено такі завдання: проведено аналіз сучасного стану технології виробництва томатних соусів та обґрунтовано вибір методу виробництва; виконано характеристику готового продукту, сировини та допоміжних матеріалів; розроблено технологічну схему виробництва (рисунок 2.1, Додаток А) та виконано матеріальні (підрозділ 2.5), технологічні (підрозділ 2.6) й теплові розрахунки (підрозділ 2.6.3); здійснено підбір основного та допоміжного обладнання; розроблено заходи з автоматичного контролю технологічного процесу, охорони праці, охорони довкілля; виконано компонування обладнання та описано будівельну частину; проведено організаційно-економічне обґрунтування доцільності проєкту.

Проектowana продуктивність 20 т/добу обрана з урахуванням потреб регіонального ринку Дніпропетровської області та суміжних областей (орієнтовне населення зони збуту складає 5,5 млн осіб), а також з огляду на оптимальне завантаження одної технологічної лінії при двозмінному режимі роботи (16 год/добу). При фасуванні у скляні банки місткістю 0,37 кг добова продуктивність еквівалентна приблизно 54 000 банок, що відповідає потужності сучасного дозувально-фасувального автомата.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури

Виробництво томатних соусів належить до найбільш динамічних сегментів консервної промисловості, що зумовлено як стабільним споживчим попитом, так і постійним оновленням технологічних підходів до переробки рослинної сировини. Проектування цеху для виготовлення соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу потребує комплексного аналізу науково-технічної, нормативної та довідкової літератури, що охоплює питання від біохімії сировини до інженерного забезпечення виробничого процесу. Метою цього підрозділу є систематизований критичний огляд джерел, на які спирається теоретична та практична база дипломного проекту.

Фундаментальним джерелом із технології консервування у вітчизняному освітньому просторі залишається підручник Б. Л. Флауменбаума, А. Т. Безусова, В. М. Сторожука та Г. П. Хомич [3]. Цінність цієї роботи полягає в тому, що автори розглядають технологію консервування не як набір окремих операцій, а як цілісну систему, в якій кожна стадія від підготовки сировини через теплову обробку до герметизації тари перебуває у тісному взаємозв'язку з наступними. Зокрема, детально обґрунтовано доцільність швидкого прогрівання подрібнених томатів, відомого як метод «hot-break», сутність якого зводиться до інактивації ферментів пектиностерази та полігалактуронази вже на початковій стадії переробки. Завдяки цьому пектинові речовини зберігаються у нативному стані, що, зрештою, забезпечує густу, однорідну консистенцію кінцевого продукту, а саме властивість, яка є визначальною для якісного томатного соусу. Водночас слід зауважити, що підручник [3] базується переважно на вітчизняному досвіді і не завжди відображає новітні зарубіжні

тенденції, зокрема щодо нетермічних методів обробки

5-1ЖЗ00ч.2026.181.001.ПЗ

тенденції, зокрема щодо нетермічних методів обробки.					3-ІЖЗдоп.2026.181.001.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.							
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.							

Цю прогалину частково компенсує класична англомовна монографія W. A. Gould «Tomato Production, Processing and Technology» [4], що є одним із найповніших у світовій літературі зведень щодо промислової переробки томатів. На відміну від вітчизняних видань, Gould розглядає виробничий ланцюг від поля до споживача, приділяючи значну увагу сортовим характеристикам сировини та їхньому впливу на органолептичні показники готового соусу чи кетчупу. Автор наводить детальні рекомендації з контролю якості на кожній технологічній стадії, що робить монографію корисним довідником для проєктувальника. Утім, видання датується 1992 роком, а відтак деякі технічні рішення, описані в ньому, зокрема конструкції випарних апаратів та систем асептичного фасування потребують зіставлення із сучасним станом техніки.

Значно новішим і методологічно відмінним є колективна монографія за редакцією S. Porretta «Tomato Chemistry, Industrial Processing and Product Development» [5], видана Королівським хімічним товариством у 2019 році. Якщо Gould зосереджується на інженерних аспектах, то Porretta та його співавтори акцентують увагу на біохімічній складовій, а саме: детальному аналізі хімічного складу томатів (лікопін, β -каротин, аскорбінова кислота, органічні кислоти), механізмах деградації біологічно активних сполук під час термічної обробки та перспективних нетрадиційних технологіях, таких як ультразвукова гомогенізація й обробка високим тиском. Порівняння підходів Gould [4] і Porretta [5] дозволяє простежити еволюцію уявлень про переробку томатів: від суто технологічного бачення до інтегрованого підходу, що враховує нутрієнтний профіль продукту.

Перспективність нетермічних методів обробки, окреслену Porretta [5], підтверджують результати нещодавнього дослідження R. Gao та ін. [6], опублікованого у журналі «Foods» у 2021 році. Автори порівняли ультразвукову обробку подрібнених томатів при 22 °C і 65 °C із традиційними методами «cold-break» (65 °C) та «hot-break» (90 °C).

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлено, що ультразвуковий розрив при 65 °C забезпечив найвищу в'язкість, межу плинності та індекс консистенції томатної пасти, одночасно зберігаючи більше аскорбінової кислоти, загальних каротиноїдів і фенольних сполук, ніж конвенційні термічні методи. Ці результати мають безпосереднє значення для вибору технології подрібнення сировини при проєктуванні нового виробництва.

Іншим перспективним напрямком інтенсифікації переробки є застосування високого тиску та імпульсних електричних полів. V. Andreou та ін. [7] дослідили вплив обробки високим тиском (200–800 МПа) та імпульсними електричними полями (5,5–12,5 кВ/см) на селективну інактивацію ендогенних ферментів у томатних продуктах. Показано, що обидві технології дозволяють вибірково контролювати активність пектинметилестерази та полігалактуронази: зберігаючи активність першого ферменту при інактивації другого, можна поліпшити текстуру та вихід концентрованих томатних продуктів без надмірного термічного навантаження.

Порівняльну оцінку промислового та домашнього виробництва томатного соусу здійснили M. Tomas та ін. [8] за допомогою мас-спектрометричного аналізу (LC-QTOF-MS). Авторами ідентифіковано 31 сполуку, вміст якої змінювався в процесі переробки. Промислове виробництво підвищило загальну антиоксидантну активність соусу приблизно в 1,2 рази порівняно з необробленими томатами, тоді як домашнє приготування, навпаки, знижувало її. Крім того, промислова обробка покращувала *in vitro* біодоступність антиоксидантів, що є вагомим аргументом на користь індустріального масштабу виробництва.

Питання збереження біологічно активних речовин у томатних продуктах поглиблено висвітлено в дослідженні G. B. Martínez-Hernández та ін. [9], опублікованому у «Food Engineering Reviews». Автори провели систематичний огляд впливу методів переробки («hot-break» проти «cold-break»), типу пакування та умов зберігання на вміст лікопіну каротиноїду, що визначає не

лише червоне забарвлення, а й антиоксидантну цінність томатних соусів.

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

Арк.

10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Встановлено, що метод «hot-break» сприяє кращому збереженню лікопіну порівняно з «cold-break», оскільки швидка інактивація ферментів запобігає окислювальній деградації каротиноїдів. Крім того, дослідники показали, що тип тари (скляна, металева або полімерна) суттєво впливає на стабільність лікопіну протягом усього терміну придатності. Ці результати мають безпосереднє практичне значення для проєктованого цеху, оскільки дозволяють обґрунтувати вибір як технологічного режиму, так і виду упаковки.

Детальну характеристику каротиноїдного профілю томатних соусів залежно від параметрів приготування представлено у дослідженні A. Vallverdú-Queralt та ін. [10], опублікованому у «International Journal of Molecular Sciences». За даними LC-ESI-MS/MS та LC-UV аналізу, термічна обробка протягом 15–60 хвилин із додаванням 5–10 % оливкової олії суттєво підвищила екстрагованість загальних каротиноїдів, вміст Z-ізомерів лікопіну, α -каротину, β -каротину та загальну антиоксидантну активність. Ці дані доповнюють висновки Martínez-Hernández та ін. [9] щодо впливу технологічних режимів на збереження біологічно активних сполук.

Узагальнюючий погляд на проблему збереження нутрієнтів при промисловій переробці томатів представлено у оглядовій статті X. Wu, L. Yu та P. R. Pehrsson [11], опублікованій у журналі «Advances in Nutrition» у 2022 році. Автори систематизували результати 12 оригінальних досліджень із використанням Національної бази даних нутрієнтів USDA і дійшли висновку, що промислова переробка загалом зберігає або підвищує біодоступність лікопіну, водночас знижуючи вміст деяких термолабільних вітамінів, зокрема аскорбінової кислоти. Цей огляд підтверджує доцільність оптимізації теплових режимів для максимального збереження нутрієнтного профілю продукту.

Окремої уваги заслуговує фармакокінетичне дослідження M. Martínez-Huélamo та ін. [12], яке є одним із небагатьох робіт, що оцінюють біодоступність фенольних сполук томатного соусу в умовах *in vivo*.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У рандомізованому перехресному випробуванні за участю добровольців вимірювали концентрацію фенольних метаболітів у плазмі крові та сечі після вживання свіжих томатів і томатного соусу. Встановлено, що концентрація нарингенін глюкуроніду була достовірно вищою після споживання соусу, що підтверджує: механічна та термічна обробка під час виробництва соусу підвищує біодоступність фенольних сполук томатів.

Реологічні характеристики томатних соусів, що є одним із ключових параметрів якості та визначають споживче сприйняття продукту, досліджувалися кількома групами науковців. А. Коосхеки та ін. [13] у журналі «International Journal of Food Science and Technology» вивчали вплив різних гідроколоїдів (ксантанова камедь, гуарова камедь, карбоксиметилцелюлоза) та температури на в'язкість кетчупу. Дослідники встановили, що томатні соуси демонструють виражену псевдопластичну, тобто неньютонівську, поведінку: їхня в'язкість знижується зі зростанням швидкості зсуву, що є типовим для структурованих дисперсних систем. Введення загущувачів дозволяє цілеспрямовано регулювати консистенцію, однак, як зазначають автори, надмірна концентрація гідроколоїдів може призводити до небажаної «гелеподібності» продукту.

Дещо інший ракурс проблеми представлено у роботі С. Valencia, М. С. Sánchez та ін. [14], опублікованій у «European Food Research and Technology». Ці дослідники зосередилися на в'язкопружних властивостях томатного соусу і показали, що реологічна поведінка кінцевого продукту значною мірою визначається режимами попередньої переробки томатної пасти, зокрема ступенем гомогенізації та тривалістю уварювання. Зіставлення результатів Коосхеки та ін. [13] і Valencia та ін. [14] дозволяє зробити важливий методичний висновок: консистенцію соусу можна формувати двома шляхами: через рецептурне введення загущувачів або через оптимізацію технологічних параметрів переробки вихідної сировини. У контексті виробництва соусу «Український» другий підхід є більш прийнятним, оскільки передбачає отримання натурального продукту без додаткових стабілізаторів.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фундаментальні аспекти реології томатних волокнистих суспензій досліджено Y. Wang та ін. [15] у журналі «International Journal of Analytical Chemistry». Автори вивчали вплив вискозсувної та вискотискової гомогенізації на стаціонарну зсувну в'язкість, модулі накопичення й утрат та крипову поведінку суспензій томатних волокон, а також оцінювали колірні параметри та консистенцію за Боствіком модельних томатних соусів. Результати доповнюють роботу Valencia та ін. [14], демонструючи, що режими гомогенізації є потужним інструментом регулювання текстури кінцевого продукту.

Інноваційний підхід до формування консистенції томатних соусів за рахунок вторинної сировини запропоновано A. Torbica та ін. [16] у журналі «Food and Bioproducts Processing». Дослідники збагатили рецептуру кетчупу натуральними волокнами із свіжих томатних вичавків і досягли вмісту загальних харчових волокон 3,18 г/100 г. Вимірювання консистенції за Боствіком, реологічних параметрів течії та колірних характеристик на шести послідовних стадіях виробництва підтвердило, що реологічні властивості визначаються переважно вмістом загальних сухих речовин та нерозчинних часточок, а не лише концентрацією доданих гідроколоїдів. Цей підхід є перспективним з огляду на зростаючий споживчий попит на продукти з натуральним складом («clean label»).

Загальнотеоретичну базу харчових технологій для вітчизняного читача становлять кілька фундаментальних підручників, кожен із яких має свою специфіку. Підручник А. І. Українця, М. М. Калакури, Л. Ф. Романенко та ін. [1] пропонує широкий огляд технологій усіх галузей харчової промисловості, включно з консервною, і є корисним для розуміння місця томатного виробництва у загальній структурі галузі. Підручник Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО, С. І. БУХКАЛО, П. О. КАПУСТЕНКА та Є. І. ОРЛОВОЇ [17] має виразну інженерну спрямованість і містить приклади практичних розрахунків матеріального та теплового балансу, які безпосередньо використано при виконанні технологічної частини проєкту. Підручник П. П. ПИВОВАРОВА, А. Б. ГОРАЛЬЧУКА, О. Ю. РЯБЕЦЬ та ін. [18] вирізняється глибшим опрацюванням теоретичних засад термічної

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	13

обробки, гомогенізації та стерилізації, що дозволяє обґрунтувати обрані режими з позицій фізичної хімії та колоїдної науки. Порівняння цих трьох видань показує, що для повноцінного проєктування необхідне їх комплексне використання: жодне з них окремо не покриває усього спектра питань.

Серед англomовних підручників загального характеру особливу роль у формуванні інженерної методології проєкту відіграють дві роботи. Р. J. Fellows у підручнику «Food Processing Technology: Principles and Practice» [19] розглядає широкий спектр одиничних операцій випарювання, змішування, теплової обробки, пакування з позицій інженерного аналізу, причому кожна операція супроводжується числовими прикладами. R. P. Singh та D. R. Heldman у підручнику «Introduction to Food Engineering» [20] надають строгий математичний апарат для розрахунку масових та енергетичних балансів, теплопередачі та випарювання. Якщо Fellows [19] більш орієнтований на якісне розуміння процесів, то Singh та Heldman [20] на кількісний інженерний розрахунок, і саме їхні методики покладено в основу теплових та матеріальних розрахунків у технологічній частині цього проєкту.

Підбір технологічного обладнання є однією з визначальних стадій проєктування, від якої залежить як якість продукту, так і економічна ефективність виробництва. Вітчизняна навчальна література пропонує кілька підходів до розгляду обладнання харчових підприємств. Підручник І. Ф. Малежика, В. Л. Зав'ялова, О. Ю. Шевченка та В. Г. Мирончука [21] систематизує відомості про гідромеханічні, теплові та масообмінні процеси, що лежать в основі роботи апаратів харчової промисловості. Автори подають процеси не ізольовано, а у зв'язку з конструктивними особливостями апаратів, що дозволяє проєктувальнику усвідомлено обирати обладнання для конкретних технологічних завдань.

Підручник В. Г. Мирончука, І. С. Гулого та М. М. Пушанка [22] має вужчу, але водночас глибшу спрямованість: автори деталізують підходи до вибору та розрахунку випарних апаратів, гомогенізаторів, дозувального та фасувального обладнання саме тих типів машин, які складають основу

технологічної лінії виробництва томатних соусів. Навчальний посібник В. Г. Мирончука, І. С. Гулого та М. М. Пушанка [22]					Арк.
5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Теличкуна, Ю. С. Теличкуна та О. О. Губені [23] доповнює попередні видання оглядом новітніх конструкцій обладнання для зберігання, внутрішньоцехового транспортування, теплообміну та фасування, з урахуванням тенденцій останніх років.

Окремо слід відзначити підручник О. І. Черевка та А. М. Поперечного [24], який розглядає процеси й апарати харчових виробництв із позицій теорії тепломасообміну. На відміну від [21] та [22], де акцент зроблено на конструктивних рішеннях, Черевко та Поперечний надають інженерні методики розрахунку теплообмінників та випарних апаратів, що використано при виконанні теплового розрахунку обладнання у технологічній частині цього проєкту. Зіставлення підходів [21], [22], [23] і [24] засвідчує їхню взаємодоповнюваність: для обґрунтованого підбору обладнання необхідне як знання конструкцій, так і володіння розрахунковим апаратом.

Серед зарубіжних виробників обладнання для переробки томатів провідні позиції на світовому ринку посідають компанії CFT Group (CFT S.p.A.) [25] та JBT FoodTech [26]. На офіційних сайтах цих компаній подано технічні характеристики повних технологічних ліній для виробництва томатних соусів, зокрема екстракторів, багатокорпусних випарних станцій, трубчастих пастеризаторів та асептичних ліній фасування. Перевагою каталогів CFT Group [25] є наявність детальних специфікацій для кожного типу обладнання з зазначенням продуктивності, габаритних розмірів та енергоспоживання, тоді як JBT FoodTech [26] акцентує увагу на комплексних рішеннях «під ключ», що включають автоматизацію та системи контролю якості. Ці дані використано при підборі обладнання та складанні специфікації для проєктованого цеху.

Вибір тари та режимів пакування є не менш важливим, ніж власне технологія виготовлення соусу, оскільки саме упаковка визначає тривалість зберігання, мікробіологічну стабільність та комерційну привабливість продукту. Основним теоретичним джерелом із цього питання є підручник G. L. Robertson «Food Packaging: Principles and Practice» [27], що систематизує принципи пакування консервної продукції у скляну, металеву та полімерну тару.

Robertson розглядає пакування як інженерну задачу, в якій необхідно

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

Арк.

15

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

забезпечити баланс між бар'єрними властивостями матеріалу (проникність для кисню, водяної пари, світла), механічною міцністю тари та економічною доцільністю. Автор наводить методики прогнозування терміну зберігання на основі кінетичних моделей деградації якості, що є корисним інструментом при обґрунтуванні гарантійного терміну зберігання для проєктованого продукту. Дані Robertson [27] про вплив типу тари на стабільність лікопіну узгоджуються з висновками Martínez-Hernández та ін. [9], що підтверджує надійність обраного підходу до вибору упаковки.

Нормативно-технічне забезпечення проєкту спирається на розгалужену систему чинних національних стандартів та законодавчих актів, що регламентують як якість готового продукту, так і вимоги до сировини. Центральне місце у цій системі посідає ДСТУ 2118-93 «Консерви. Соуси томатні. Загальні технічні умови» [28], який визначає класифікацію томатних соусів, фізико-хімічні показники (масова частка сухих речовин, титрована кислотність, вміст кухонної солі), органолептичні вимоги та правила приймання. Варто зазначити, що стандарт [28] розроблявся ще на початку 1990-х років і в деяких аспектах, зокрема щодо класифікації за способом пакування та вимог до маркування, потребує зіставлення з новішим ДСТУ 8081:2015 [2], який поширюється на ширшу категорію овочевих та овоче-фруктових соусів і приправ та враховує сучасні тенденції ринку.

Характеристики ключових видів сировини нормуються окремими стандартами, кожен із яких визначає допустимі показники якості та безпечності відповідного інгредієнта. ДСТУ 5081:2008 [29] встановлює вимоги до томатних концентрованих продуктів (пасти та пюре), які є основною сировиною виробництва соусу «Український», і визначає допустимі значення масової частки сухих речовин, кислотності та вмісту важких металів. ДСТУ 7612:2014 [30] регламентує якість свіжих томатів для промислового перероблення, фіксуючи вимоги до ступеня зрілості, розміру плодів та допустимого вмісту дефектних екземплярів. Цукор як інгредієнт відповідає ДСТУ 4623:2023 [31], кухонна сіль – ДСТУ 3583-97 [32], оцет – ДСТУ 2450:2006 [33], а прянощі,

зокрема чорний перець, – ДСТУ ISO 959-1:2008 [34]. Маркування готової

					Арк.
					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	16

продукції здійснюється відповідно до ДСТУ 4518:2008 [35], що визначає обов’язкові елементи маркування для споживачів.

Систему управління безпечністю харчових продуктів на підприємстві побудовано відповідно до вимог ДСТУ ISO 22000:2019 [36], який є національним впровадженням міжнародного стандарту ISO 22000:2018. Цей документ передбачає обов’язкове впровадження принципів НАССР (аналіз небезпечних чинників і критичних контрольних точок) на всіх стадіях виробничого ланцюга від приймання сировини до відвантаження готової продукції. Законодавчу базу безпечності харчових продуктів визначає Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [37], який з 2023 року передбачає обов’язковість системи НАССР для усіх операторів ринку харчових продуктів. Таким чином, нормативна база утворює багаторівневу систему: на рівні сировини діють стандарти на окремі інгредієнти; на рівні продукту діють стандарти якості; на рівні підприємства застосовуються вимоги системи управління безпечністю.

Забезпечення безпечних умов праці є невід’ємною складовою проєктування будь-якого харчового підприємства. Навчальний посібник О. В. Войналович, Є. І. Марчишиної та М. М. Мотрич [38] є профільним виданням для спеціальності «Харчові технології» і розглядає небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні саме для харчових підприємств: підвищену температуру поверхонь обладнання, вплив водяної пари, контакт із агресивними мийними та дезінфікуючими засобами, ризики ураження електричним струмом у вологому середовищі. Автори аналізують заходи із запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, що безпосередньо використано при розробці розділу з охорони праці.

Нормативну основу охорони праці на плодоовочевих переробних підприємствах становить НПАОП 15.3-1.19-98 [39], що визначає конкретні вимоги до організації робочих місць, порядку експлуатації технологічного обладнання та забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентовано ДСН 3.3.6.037-99 [40],

а) параметри мікроклімату виробничих приміщень (температура, відносна					Арк.
5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вологість, швидкість руху повітря) визначено у ДСН 3.3.6.042-99 [41]. Зазначені нормативні документи утворюють цілісну систему вимог, дотримання якої є обов'язковою умовою введення цеху в експлуатацію.

Екологічний аспект проєктування харчового виробництва набуває дедалі більшого значення в умовах посилення природоохоронного законодавства та зростання суспільних очікувань щодо відповідального ставлення підприємств до довкілля. Підручник В. С. Джигиря [42], що витримав п'ять видань, залишається одним із найбільш затребуваних навчальних видань із загальної екології та охорони довкілля. Автор висвітлює вплив промислової діяльності на атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунти, а також принципи нормування викидів і скидів забруднюючих речовин. Підручник А. К. Запольського та А. І. Салюка [43] доповнює цей підхід розглядом концепцій раціонального природокористування та впровадження маловідходних технологій, що є особливо актуальним для консервних підприємств, де утворюються значні обсяги рослинних відходів (вичавки, насіння, шкірки).

Правову базу охорони довкілля становить Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [44], який визначає екологічні права та обов'язки суб'єктів господарювання, порядок проведення оцінки впливу на довкілля та відповідальність за порушення природоохоронного законодавства. У контексті проєктованого цеху особливе значення мають вимоги до очищення стічних вод та утилізації твердих виробничих відходів, дотримання яких є обов'язковою передумовою отримання дозвільних документів.

Сучасне виробництво томатних соусів неможливе без автоматичного контролю та керування ключовими технологічними параметрами. Підручник Б. М. Гончаренка та А. П. Ладанюка [45] систематизує підходи до автоматизації виробничих процесів харчових технологій і розглядає основні контури автоматичного регулювання: контроль температури при стерилізації та пастеризації, підтримання заданої продуктивності дозувальних пристроїв, управління рівнем у випарних апаратах, а також автоматизацію процесів фасування та закупорювання. Автори обґрунтовують вибір типів датчиків,

регуляторів та виконавчих механізмів для типових об'єктів керування					Арк.
5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

харчовій промисловості, що покладено в основу розробки схеми автоматизації проєктованого цеху.

Планувальні та конструктивні рішення виробничого цеху прийнято з урахуванням вимог ДБН В.2.2-12-2003 [46], що регламентує проєктування будівель і споруд для зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. Зазначений документ визначає вимоги до висоти виробничих приміщень, ширини проходів між обладнанням, розташування санітарно-побутових зон, а також протипожежні та санітарно-гігієнічні нормативи, дотримання яких є обов'язковим для харчових підприємств. Компонування обладнання виконано з урахуванням потоковості технологічного процесу, мінімізації довжини трубопроводів та забезпечення зручного доступу до вузлів обслуговування.

Техніко-економічна оцінка доцільності проєкту виконана із залученням двох базових підручників з економіки підприємства. І. М. Бойчик [47] розглядає питання техніко-економічного аналізу, калькуляції собівартості та оцінки рентабельності, причому автор орієнтується на малі та середні виробничі підприємства, що відповідає масштабу проєктованого цеху. Підручник за загальною редакцією С. Ф. Покропивного [48] має ширший охоплення і включає методики інвестиційного аналізу, розрахунку терміну окупності та порівняльної економічної ефективності варіантів проєктних рішень. Порівняння цих двох видань показує, що Бойчик [47] більш практично орієнтований і зручний для безпосередніх розрахунків, тоді як Покропивний [48] надає методологічну основу для обґрунтування інвестиційних рішень. Їхнє комплексне використання дозволяє забезпечити як обчислювальну коректність, так і економічну обґрунтованість проєкту.

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел засвідчує, що питання виробництва томатних соусів достатньо повно висвітлені як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі, хоча акценти різних авторів суттєво відрізняються. Вітчизняні підручники [1, 3, 17, 18] забезпечують надійну методичну основу для технологічних та інженерних розрахунків, водночас зарубіжні монографії та наукові статті [4, 5, 9, 13, 14] розширюють

уваження про біохімічні та реологічні аспекти переробки, що дозволяє					Арк.
5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

обґрунтувати оптимальні технологічні режими з позицій збереження нутрієнтного профілю продукту. Наявна нормативна база [2, 28–37] регламентує усі стадії виробничого процесу від вхідного контролю сировини до маркування та зберігання готової продукції, а сукупність законодавчих актів і нормативних документів з охорони праці [38–41] та довкілля [42–44] визначає вимоги до безпечної та екологічно відповідальної організації виробництва. Разом із каталогами провідних виробників обладнання [25, 26] та підручниками з його розрахунку [21–24] розглянуті джерела формують цілісну теоретичну та практичну базу, достатню для проєктування цеху виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу.

1.2 Обґрунтування вибору методу виробництва

Сучасна консервна промисловість пропонує кілька принципово різних підходів до виготовлення томатних соусів, кожен з яких характеризується певним набором переваг та обмежень. Вибір оптимальної технології для проєктованого цеху вимагає ретельного порівняльного аналізу з урахуванням якості кінцевого продукту, енергоємності процесу, складності апаратурного оформлення та екологічних наслідків виробництва.

Перший спосіб виробництва передбачає виготовлення соусу безпосередньо зі свіжих томатів. Технологічна послідовність включає приймання, інспекцію та мийку плодів, подрібнення, екстракцію (протирання), уварювання томатної маси до заданого вмісту сухих речовин, змішування з рецептурними компонентами, гомогенізацію, деаерацію, пастеризацію та фасування. Перевагою цього способу є використання свіжої сировини, що забезпечує найвищий нутрієнтний профіль продукту [6]. Водночас він має суттєві недоліки: яскраво виражена сезонність (збирання томатів в Україні припадає на липень–вересень), потреба у значних обсягах сировини (із 100 кг свіжих томатів отримують лише 37 кг соусу), необхідність розгалуженого підготовчого відділення для мийки, сортування та подрібнення плодів, а також високі енергетичні витрати на випарювання великих обсягів вологи [4].

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Другий спосіб базується на використанні концентрованих томатних продуктів (томатної пасти з масовою часткою сухих речовин 25–30 %). Технологія передбачає розведення томатної пасти водою до потрібної консистенції, змішування з рецептурними інгредієнтами, гомогенізацію, деаерацію, пастеризацію та фасування. Головною перевагою є цілорічне виробництво, оскільки томатна паста зберігається в асептичних ємностях протягом 12–18 місяців [9]. Крім того, зменшується потреба у складному підготовчому обладнанні (екстрактори, випарні апарати), знижуються енерговитрати, а лінія стає компактнішою. Недоліком є залежність якості готового продукту від якості вхідної томатної пасти та дещо нижчий вміст термолабільних вітамінів порівняно з переробкою свіжих томатів [11].

Третій спосіб поєднує елементи перших двох: у сезон використовують свіжі томати (із власним підготовчим відділенням та випарною станцією), а у міжсезоння переходять на томатну пасту. Такий підхід забезпечує безперебійне цілорічне виробництво та дозволяє максимально використовувати переваги свіжої сировини у сезон збору. Проте він потребує найбільших капітальних вкладень, оскільки передбачає встановлення обладнання для обох технологій, а також ускладнює управління виробництвом.

Порівняльну характеристику трьох способів за основними техніко-економічними показниками [17, 19] наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння способів виробництва томатного соусу

Показник	Із свіжих томатів	Із томатної пасти	Комбінований
Кількість технологічних операцій	10–12	6–8	12–14
Складність операцій	Висока	Середня	Висока
Витрати сировини на 1 т продукту, кг	2700–3000	350–400 (паста)	Залежно від сезону
Енергоємність, кВт·год/т	180–250	80–120	150–220

Показник	Із свіжих томатів	Із томатної пасти	Комбінований
Сезонність виробництва	Липень–вересень	Цілорічне	Цілорічне
Капітальні вкладення	Високі	Помірні	Найвищі
Якість продукту	Найвища	Висока	Висока

Аналіз даних таблиці 1.1 свідчить, що спосіб виробництва з концентрованої томатної пасти потребує удвічі менше технологічних операцій порівняно з переробкою свіжих томатів (6–8 проти 10–12), характеризується значно нижчою енергоємністю (80–120 проти 180–250 кВт·год/т) та забезпечує цілорічне виробництво. Водночас якість продукту залишається високою завдяки використанню якісної томатної пасти від перевірених постачальників.

На підставі виконаного порівняння для проєктованого цеху обрано другий спосіб виробництва, тобто виготовлення томатного соусу із концентрованої томатної пасти (30 % сухих речовин). Такий вибір обґрунтовується можливістю цілорічного виробництва (що є критично важливим для стабільного постачання торговельних мереж), суттєво нижчими капітальними та експлуатаційними витратами, компактністю технологічної лінії та спрощенням логістики сировинного забезпечення. Для компенсації часткової втрати термолабільних вітамінів при виробництві пасти у проєкті передбачено м'які режими пастеризації (85 °С, 15–20 с) та мінімальний час витримки продукту при підвищених температурах, що узгоджується з рекомендаціями Wu та ін. [11].

1.3 Обґрунтування вибору місця будівництва цеху

Проєктований цех із виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу планується розмістити на території с. Широке Криворізького району Дніпропетровської області (вул. Молодіжна, б. 1а). Вибір саме цієї локації зумовлений поєднанням низки сприятливих

чинників. вигідним географічним розташуванням у Криворізькому					Арк.
					22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

промисловому районі, розвиненою транспортною інфраструктурою, наявністю сировинної бази та трудових ресурсів.

Дніпропетровська область є одним із найбільших промислових регіонів України з населенням понад 3,1 млн осіб. З урахуванням суміжних Запорізької (близько 1,6 млн) та Полтавської (близько 1,3 млн) областей загальна чисельність населення потенційної зони збуту перевищує 6 млн осіб. При середньому споживанні томатних соусів 1,2 кг/особу на рік ємність регіонального ринку становить приблизно 7200 т/рік. Проектована продуктивність 20 т/добу (близько 6000 т/рік при 300 робочих днях) дозволяє забезпечити значну частку цього попиту.

Сировинна база регіону є достатньою для безперебійного забезпечення виробництва. Основна сировина (томатна паста 30 % сухих речовин) постачається від вітчизняних виробників Херсонської, Одеської та Миколаївської областей, де зосереджено понад 70 % потужностей із переробки свіжих томатів. Допоміжна сировина (цукор, сіль, оцтова кислота, прянощі) є продукцією масового виробництва та доступна на всій території України. Яблучне пюре постачається із підприємств Вінницької та Полтавської областей.

Криворізький район має розвинену транспортну мережу, що забезпечує зручну логістику як для постачання сировини, так і для збуту готової продукції. Залізничне сполучення зв'язує район з обласним центром та іншими містами країни, а автомобільні магістралі М04 (Знам'янка–Дніпро) та М18 (Харків–Сімферополь) забезпечують ефективне автотранспортне сполучення. Близькість до м. Кривий Ріг (30 км) та обласного центру м. Дніпро (150 км) створює додаткові можливості для логістичного забезпечення.

Будівельний майданчик за адресою с. Широке, вул. Молодіжна, б. 1а розташований у зоні, де передбачено: централізоване водопостачання з міської мережі (продуктивність водозабору достатня для забезпечення потреб цеху у 40–60 м³/добу); підключення до електромережі напругою 380/220 В (встановлена потужність цеху складає орієнтовно 150 кВт); забезпечення парою від власної або орендованої парової котельні (потреба у парі тиском 0,3–0,5 МПа становить 1,5–2,0 т/год); відведення стічних вод у міську каналізаційну

МПА становить 1,5–2,0 т/год)					відведення стічних вод у міську каналізаційну	Арк.
					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережу після попереднього локального очищення на жиरोуловлювачах та відстійниках.

Кліматичні умови Дніпропетровської області характеризуються помірно-континентальним кліматом. Середньорічна температура становить $+9,0^{\circ}\text{C}$, максимальна влітку досягає $+38^{\circ}\text{C}$, мінімальна взимку опускається до -25°C . Глибина промерзання ґрунтів складає 0,9–1,0 м. Рівень ґрунтових вод на обраному майданчику перебуває на глибині понад 3 м, що забезпечує стабільність фундаментних конструкцій.

Екологічна характеристика району будівництва є задовільною. Промислова зона розташована на відстані понад 300 м від найближчої житлової забудови, що відповідає вимогам санітарно-захисної зони для підприємств V класу шкідливості (до якого належать консервні заводи). Основними викидами проєктованого цеху є водяна пара від випарного обладнання та незначна кількість пилу від сипких компонентів (цукор, сіль, прянощі), що не створює суттєвого навантаження на довкілля.

1.4 Характеристика готового продукту

Соус томатний «Український» ТМ «Томатіно» являє собою однорідну, добре протерту масу без насіння, частинок шкірочки та грубих частинок серцевини. Допускається наявність дрібних частинок тонко подрібнених прянощів, що обумовлено рецептурою продукту. Продукт призначений для безпосереднього споживання як приправа до м'ясних, рибних та овочевих страв, а також як компонент складних соусів та маринадів.

Соус виготовляється відповідно до вимог ДСТУ 8081:2015 «Консерви. Приправи і соуси овочеві та овоче-фруктові. Технічні умови» [2] та технічних умов «Соус томатний «Український» ТМ «Томатіно»». Маркування готової продукції здійснюється згідно з ДСТУ 4518:2008 [35].

Органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту відповідно до ДСТУ 8081:2015 [2] наведено у таблиці 1.2.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники соусу томатного «Український» за ДСТУ 8081:2015 [2]

Назва показника	Характеристика та норма	Метод випробування
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна протерта маса, без шкірочки та насіння; допускаються частинки прянощів	ДСТУ 8081:2015, п. 5.1
Смак та запах	Кисло-солодкий з вираженим ароматом томатних продуктів та прянощів; без стороннього присмаку та запаху	ДСТУ 8081:2015, п. 5.1
Колір	Червоний або оранжево-червоний, рівномірний по всій масі	ДСТУ 8081:2015, п. 5.1
Масова частка розчинних сухих речовин, %, не менше	21,0	ДСТУ ISO 2173
Титрована кислотність (як яблучна кислота), %	1,0–1,5	ДСТУ 4957
Масова частка хлоридів (солі), %	1,3–2,0	ДСТУ 8083
Масова частка мінеральних домішок, %, не більше	0,03	ГОСТ 25555.3
Вміст сорбінової кислоти, %, не більше	0,05	ГОСТ 26181
Маса нетто, г	250; 370; 480; 530	ГОСТ 8756.1

Наведені у таблиці 1.2 показники забезпечують відповідність продукту вимогам чинного ДСТУ 8081:2015 [2] та гарантують споживчу безпеку протягом усього терміну зберігання (24 місяці). Значення масової частки сухих речовин (не менше 21,0 %) та титрованої кислотності (1,0–1,5 %) є типовими для томатних соусів середньої категорії якості та забезпечують характерний кисло-солодкий смак продукту.

Мікробіологічні показники готового продукту мають відповідати вимогам промислової стерильності для консервів групи Б (кислотні продукти, $pH < 4,5$). Вміст пліснявих грибів за методом Говарда не повинен перевищувати 40 % полів зору мікроскопа. Вміст токсичних елементів (свинець, кадмій, миш'як, ртуть, мідь, цинк) не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених Технічним регламентом щодо максимальних рівнів забруднювачів у харчових продуктах [37].

Продукт фасують у скляні банки типу I за ДСТУ ГОСТ 5717.2:2009 місткістю 250, 370, 480 та 530 мл, що укупорюються металевими кришками twist-off. Термін придатності стерилізованого соусу у скляній тарі становить 24 місяці від дати виготовлення за умови зберігання при температурі від 0 °C до +25 °C та відносній вологості повітря не більше 75 %.

Умови транспортування: продукцію перевозять усіма видами транспорту у критих транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів, чинних для кожного виду транспорту. Під час транспортування та зберігання банки мають бути захищені від прямого впливу сонячного проміння та атмосферних опадів.

1.5 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» використовують основну та допоміжну сировину, перелік якої наведено нижче. Кожен вид сировини має відповідати вимогам відповідного нормативного документа, а під час приймання партій здійснюється вхідний контроль якості за показниками, визначеними у відповідних ДСТУ.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основною сировиною є томатна паста з масовою часткою сухих речовин 25–30 %, що відповідає вимогам ДСТУ 5081:2008 «Продукти томатні концентровані. Загальні технічні умови» [29]. Характеристику томатної пасти наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Фізико-хімічні показники томатної пасти за ДСТУ 5081:2008 [29]

Назва показника	Норма для пасти 30 % СР	Метод випробування
Масова частка розчинних сухих речовин, %, не менше	30,0	ДСТУ ISO 2173
Титрована кислотність (як яблучна к-та), %	Не нормується	ДСТУ 4957
Вміст мінеральних домішок, %, не більше	0,03	ГОСТ 25555.3
Домішки рослинного походження	Не допускаються	Візуально
Масова частка пліснявих грибів за Говардом, %, не більше	40	ГОСТ 10444.12

Як видно з таблиці 1.3, основним контрольованим показником томатної пасти є масова частка розчинних сухих речовин (не менше 30,0 %), що безпосередньо впливає на рецептурний розрахунок та необхідну кількість води для розведення. Контроль вмісту пліснявих грибів за методом Говарда (не більше 40 %) є обов'язковим для забезпечення санітарної якості кінцевого продукту [29].

Яблучне пюре із масовою часткою сухих речовин 10–12 % використовують згідно з ДСТУ 6010:2008 «Пюре-напівфабрикати плодові та ягідні. Технічні умови». Пюре має бути однорідною протертою масою, без насіння, зернят та сторонніх домішок, з приємним кислувато-солодким смаком та характерним яблучним ароматом.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цукор білий кристалічний відповідає ДСТУ 4623:2023 «Цукор. Технічні умови» [31]. Масова частка сахарози у перерахунку на суху речовину має бути не менше 99,75 % для категорії 1, колір у розчині не більше 45 одиниць ICUMSA.

Сіль кухонна відповідає ДСТУ 3583-97 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» [32]. Для виробництва соусу використовують сіль помелу № 0 або № 1 першого ґатунку, масова частка хлориду натрію у перерахунку на суху речовину має бути не менше 97,5 %.

Кислота оцтова харчова (80 %) відповідає ДСТУ 2450:2006 «Оцти з харчової сировини. Загальні технічні умови» [33]. Використовується для доведення титрованої кислотності готового продукту до заданого рівня 1,0–1,5 %.

Прянощі (кориця, гвоздика, перець духмяний, мускатний горіх) використовують у вигляді CO₂-екстрактів або подрібнених сухих прянощів відповідно до ДСТУ ISO 959-1:2008 (для перцю чорного) [34] та інших відповідних стандартів. Усі прянощі мають бути без ознак пліснявіння, зараження шкідниками та сторонніх запахів.

Вода питна, що використовується для технологічних потреб (розведення пасти, мийка обладнання), відповідає ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Зведену характеристику сировини та допоміжних матеріалів подано у таблиці 1.4.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Зведена характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Найменування сировини	Нормативний документ	Ключовий показник
Паста томатна, 30 % СР	ДСТУ 5081:2008	СР $\geq$ 30,0 %
Пюре яблучне, 10 % СР	ДСТУ 6010:2008	СР $\geq$ 10,0 %
Цукор білий кристалічний	ДСТУ 4623:2023	Сахароза $\geq$ 99,75 %
Сіль кухонна, помел № 1	ДСТУ 3583-97	NaCl $\geq$ 97,5 %
Кислота оцтова, 80 %	ДСТУ 2450:2006	Концентрація 80 ± 1 %
Перець чорний мелений	ДСТУ ISO 959-1:2008	Без шкідників
Кориця, гвоздика, мускат	Відповідні ДСТУ/ТУ	Без пліснявіння
Вода питна	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Відповідність нормам

Зведена характеристика сировини (таблиця 1.4) підтверджує, що усі інгредієнти відповідають чинним національним стандартам та є доступними на вітчизняному ринку. Основну частку рецептури за масою складає томатна паста (37,5 %) та вода (40,2 %), що характерно для технології виробництва з концентрованих напівфабрикатів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Стадії технологічного процесу

Технологічний процес виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» із концентрованої томатної пасту складається з послідовних стадій, кожна з яких виконує визначену функцію у формуванні якості готового продукту. Нижче наведено перелік стадій із коротким описом кожної.

Стадія 1. Приймання та зберігання сировини. Томатну пасту приймають в асептичних мішках (bag-in-box) масою 200–220 кг або в металевих бочках місткістю 200 л. Під час приймання відбирають проби для визначення масової частки сухих речовин, титрованої кислотності та органолептичних показників. Зберігання пасту здійснюється у складському приміщенні при температурі 0–+20 °С. Інші види сировини (цукор, сіль, прянощі, оцтова кислота) зберігають у сухому приміщенні при відносній вологості не більше 75 %.

Стадія 2. Підготовка та дозування компонентів. Томатну пасту розводять питною водою у змішувачі до масової частки сухих речовин 12–14 %. Цукор попередньо просіюють через вібросито з розміром отворів 2–3 мм для видалення механічних домішок. Сіль кухонну та прянощі зважують на електронних вагах відповідно до рецептури. Оцтову кислоту дозують мірним пристроєм.

Стадія 3. Змішування компонентів. У котел-змішувач із паровою сорочкою завантажують розведену томатну масу, яблучне пюре, цукор та сіль. Суміш нагрівають до 80–85 °С при безперервному перемішуванні якірною мішалкою з частотою обертання 40–60 об/хв протягом 20–30 хвилин. Оцтову кислоту додають останньою, після чого суміш перемішують ще 5 хвилин.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.							Літ.	Арк.
Перевір.								30
Н. Контр.								
Затверд.								

Стадія 4. Гомогенізація. Суміш подають через гомогенізатор плунжерного типу при тиску 15–20 МПа для подрібнення часточок томатної маси до розміру менше 2 мкм та надання продукту однорідної гладкої консистенції. Гомогенізація також запобігає розшаруванню продукту під час зберігання [15].

Стадія 5. Деаерація. Гомогенізований продукт подають у деаератор, де за вакууму 0,06–0,08 МПа видаляють розчинене повітря. Деаерація запобігає окислювальній деградації лікопіну та інших каротиноїдів, а також зменшує ризик корозії внутрішньої поверхні банок [9].

Стадія 6. Пастеризація. Деаерований продукт нагрівають у трубчастому пастеризаторі до температури 85–95 °С з витримкою 15–20 секунд (режим HTST). Оскільки продукт є кислим ($\text{pH} < 4,5$), пастеризація при зазначених режимах забезпечує промислову стерильність консервів групи Б [7].

Стадія 7. Фасування та укупорювання. Гарячий продукт (температура не нижче 88 °С) фасують у попередньо вимиті та пропарені скляні банки місткістю 370 мл за допомогою поршневого дозувально-фасувального автомата. Негайно після наповнення банки укупорюють металевими кришками twist-off на вакуум-закаточній машині.

Стадія 8. Стерилізація. Укупорені банки надходять до безперервного стрічкового стерилізатора-охолоджувача, де витримуються при температурі 100 °С протягом 20–25 хвилин (для банок 370 мл). Формула стерилізації: $(15-25-20)/100$ °С.

Стадія 9. Охолодження. Після стерилізації банки охолоджують душовою водою до температури 35–40 °С протягом 25–30 хвилин.

Стадія 10. Етикетування, пакування та зберігання. Охолоджені банки підсушують повітрям, наносять етикетки на етикетувальному автоматі, формують у групову упаковку (картонні коробки по 12 банок) та палетизують. Готову продукцію зберігають на складі при температурі 0–+25 °С.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Теоретичні основи технологічного процесу

Визначальною технологічною операцією при виробництві томатного соусу є пастеризація (стерилізація), що являє собою тепловий процес, метою якого є знищення патогенних та токсиноутворюючих мікроорганізмів, а також інактивація ферментів, здатних спричинити псування продукту під час зберігання. Оскільки соус томатний «Український» належить до кислих продуктів ($pH < 4,5$), основну мікробіологічну небезпеку становлять дріжджі, плісняві гриби та молочнокислі бактерії, а не спороутворювальні термофільні бактерії (як у консервах із $pH > 4,5$). Ця обставина дозволяє застосовувати значно нижчі температури теплової обробки порівняно із м'ясними або рибними консервами [19].

Теоретичною основою процесу пастеризації є кінетика термічної інактивації мікроорганізмів, що описується моделлю першого порядку. Швидкість загибелі мікроорганізмів при постійній температурі характеризується параметром D (час десятикового зменшення), який визначає тривалість нагрівання, необхідну для зменшення кількості життєздатних клітин у 10 разів. Залежність D від температури описується рівнянням Біджелоу:

$$D_t = D_{ref} \cdot 10^{\frac{t_{ref} - T}{z}} \quad (2.1)$$

де D_t – час десятикового зменшення при температурі T , хв;

D_{ref} – час десятикового зменшення при референтній температурі, хв;

T – температура обробки, $^{\circ}C$;

z – температурний коефіцієнт, що показує зміну температури, необхідну для зменшення D у 10 разів, $^{\circ}C$.

Для кислих томатних продуктів (pH 3,5–4,0) тест-організмом є *Byssochlamys fulva* (термостійкі аскоспори), для якого D_{95} становить 1–12 хвилин, а $z = 6–8$ $^{\circ}C$ [19]. Відповідно, режим пастеризації 85–95 $^{\circ}C$ з витримкою

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15–60 с забезпечує достатній рівень мікробіологічної безпеки кислих соусів при мінімальній термічній деградації біологічно активних речовин.

Паралельно з мікробіологічними процесами під час нагрівання продукту відбуваються хімічні перетворення, що впливають на якість соусу. Найбільш значущою є термічна деградація лікопіну (основного каротиноїду томатів), кінетика якої також описується реакцією першого порядку [15]. Константа швидкості деградації лікопіну різко зростає при температурах понад 100 °С, тому м'які режими пастеризації (85–95 °С) дозволяють зберегти понад 90 % вихідного вмісту лікопіну [11]. Аналогічна тенденція спостерігається для аскорбінової кислоти (вітаміну С), втрати якої при HTST-пастеризації (15–20 с при 85 °С) не перевищують 10–15 %, тоді як тривале нагрівання при 100 °С протягом 20–30 хвилин призводить до руйнування 40–60 % аскорбінової кислоти [12].

Іншим важливим теоретичним аспектом є реологічна поведінка томатних соусів. Томатні соуси є типовими псевдопластичними (неньютонівськими) рідинами, в'язкість яких знижується зі зростанням швидкості зсуву. Реологічна поведінка описується степеневою моделлю Оствальда–де Веле:

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (2.2)$$

де τ – дотичне напруження зсуву, Па;

K – коефіцієнт консистенції, Па·сⁿ;

$\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, с⁻¹;

n – індекс течії (для томатних соусів $n = 0,2–0,4$).

Псевдопластичність томатних соусів зумовлена наявністю дисперсних частинок (фрагменти клітинних стінок, пектинові агрегати), які при збільшенні швидкості зсуву орієнтуються вздовж потоку та руйнують просторову сітку, знижуючи опір течії [8]. Ця властивість є технологічно значущою, оскільки визначає параметри перекачування, гомогенізації та фасування. Зокрема, при розрахунку потужності насосів слід враховувати, що ефективна в'язкість соусу

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може коливатися від 2000 мПа·с (при низьких швидкостях зсуву) до 100–300 мПа·с (у трубопроводах при високих витратах).

2.3 Опис технологічного процесу

Опис технологічного процесу виконано за розробленою технологічною схемою, зображеною на рисунку 2.1 (див. також креслення технологічної схеми формату А1, Додаток А). Номери позицій обладнання та технологічних потоків у тексті відповідають позначенням на технологічній схемі.

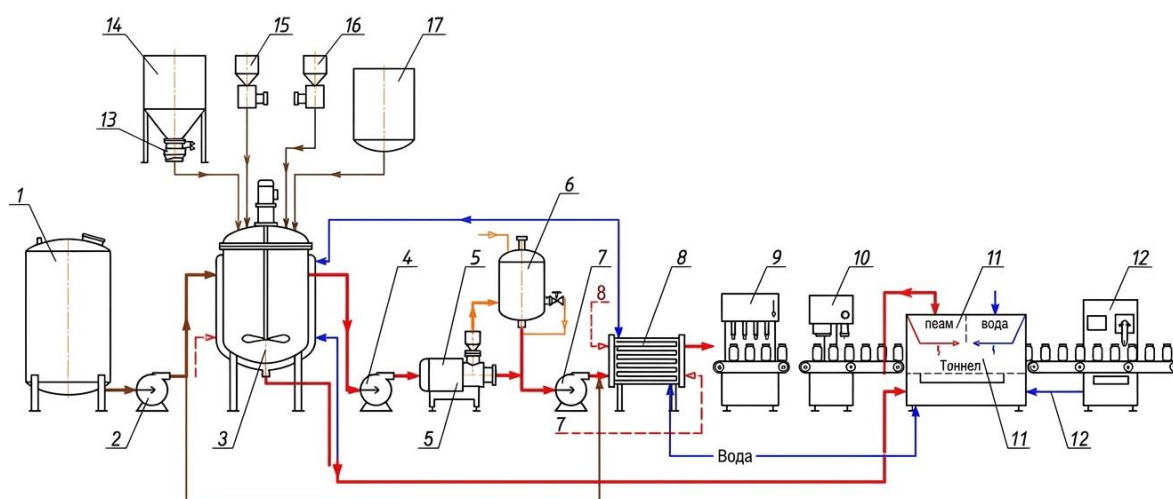


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно»

Як видно з рисунка 2.1, технологічна схема передбачає послідовне розташування обладнання відповідно до напрямку руху продукту від ємності для пасти (поз. 1) до ділянки пакування (поз. 12, 13). Детальний опис руху матеріальних потоків наведено нижче.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Томатну пасту із масовою часткою сухих речовин 30 % з асептичних мішків подають до ємності 1, звідки відцентровим насосом 2 перекачують у змішувач 3. Одночасно у змішувач 3 подають розрахункову кількість питної води для розведення пасти до масової частки сухих речовин 12–14 %. Із бункера 14 через вібросито просіяний цукор зважують і завантажують у змішувач 3. Сіль кухонну з дозатора 15 та яблучне пюре з ємності 17 також подають у змішувач.

У змішувачі 3, оснащеному паровою сорочкою та якірною мішалкою, суміш нагрівають до 80–85 °С при безперервному перемішуванні (40–60 об/хв) протягом 20–30 хвилин до повного розчинення цукру та рівномірного розподілу компонентів. Наприкінці змішування із дозатора 16 додають розрахункову кількість оцтової кислоти. Перемішування продовжують ще 5 хвилин.

Готову суміш із змішувача 3 насосом 4 подають на гомогенізатор 5, де під тиском 15–20 МПа відбувається подрібнення часточок до розміру менше 2 мкм. Гомогенізований продукт самопливом надходить до деаератора 6, у якому за вакууму 0,06–0,08 МПа видаляється розчинене повітря.

Деаерований продукт насосом 7 подають у трубчастий пастеризатор 8, що складається із секцій нагрівання, витримки та попереднього охолодження (рекуперації). У секції нагрівання продукт нагрівають до 85–95 °С, у секції витримки витримують протягом 15–20 секунд, після чого у секції рекуперації частково охолоджують до 88–90 °С за рахунок теплообміну з вхідним потоком холодного продукту.

Гарячий пастеризований продукт (температура не нижче 88 °С) надходить до поршневого фасувального автомата 9, де дозується у попередньо вимиті та пропарені скляні банки місткістю 370 мл. Наповнені банки по транспортеру подають до вакуум-укупорювальної машини 10, де їх негайно укупорюють кришками twist-off. Укупорені банки надходять до безперервного стрічкового стерилізатора-охолоджувача 11, де послідовно стерилізуються при 100 °С протягом 20–25 хвилин та охолоджуються душовою водою до 35–40 °С.

					Арк.
					35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Охолоджені банки підсушуються, надходять до етикетувального автомата 12, далі транспортером 13 подаються на ділянку групового пакування.

2.4 Норми технологічного режиму

Норми технологічного режиму виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» визначають допустимі параметри кожної стадії процесу. Дотримання зазначених норм забезпечує стабільну якість продукту та мікробіологічну безпечність консервів. Норми наведено у таблиці 2.1 [7, 19].

Таблиця 2.1 – Норми технологічного режиму виробництва соусу томатного «Український» [складено за даними 5, 18]

Стадія, операція або апарат	Температура, °C	Тривалість	Тиск, МПа
Зберігання томатної пасти (ємність 1)	0–+20	До 12 міс.	Атмосферний
Розведення та змішування (змішувач 3)	80–85	20–30 хв	0,3 (пара)
Гомогенізація (гомогенізатор 5)	75–85	Безперервно	15–20
Деаерація (деаератор 6)	75–80	2–3 хв	0,06–0,08 (вак.)
Пастеризація (пастеризатор 8)	85–95	15–20 с	0,2–0,3
Фасування (автомат 9)	≥88	Безперервно	Атмосферний
Укупорювання (машина 10)	85–90	Безперервно	Атмосферний
Стерилізація (стерилізатор 11)	100	20–25 хв	Атмосферний
Охолодження (стерилізатор 11)	35–40 (кінц.)	25–30 хв	Атмосферний

Дані таблиці 2.1 визначають ключові параметри кожної стадії процесу.

Найбільш критичними є температура пастеризації (85–95 °C) та температура

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукту при фасуванні (не нижче 88 °С), оскільки відхилення від цих значень безпосередньо впливає на мікробіологічну безпечність готових консервів [7, 19]. Режим стерилізації (100 °С, 20–25 хв) обрано з урахуванням кислотності продукту (рН < 4,5) та розміру тари (банки 370 мл) відповідно до рекомендацій Fellows [19].

2.5 Матеріальні розрахунки

Метою виконання матеріальних розрахунків є визначення кількості сировини та допоміжних матеріалів, необхідних для виготовлення заданої кількості готового продукту, а також кількості та складу проміжних продуктів, втрат і відходів на кожній стадії процесу. Дані матеріальних розрахунків використовують для визначення необхідної кількості обладнання, витрат пари, води, розрахунку теплового балансу та собівартості продукції [17, 20].

2.5.1 Блок-схема виробництва

Блок-схему виробництва соусу томатного «Український» зображено на рисунку 2.2. Для кожної стадії вказано відсотковий та масовий вміст компонентів у перерахунку на 1000 кг готового продукту.

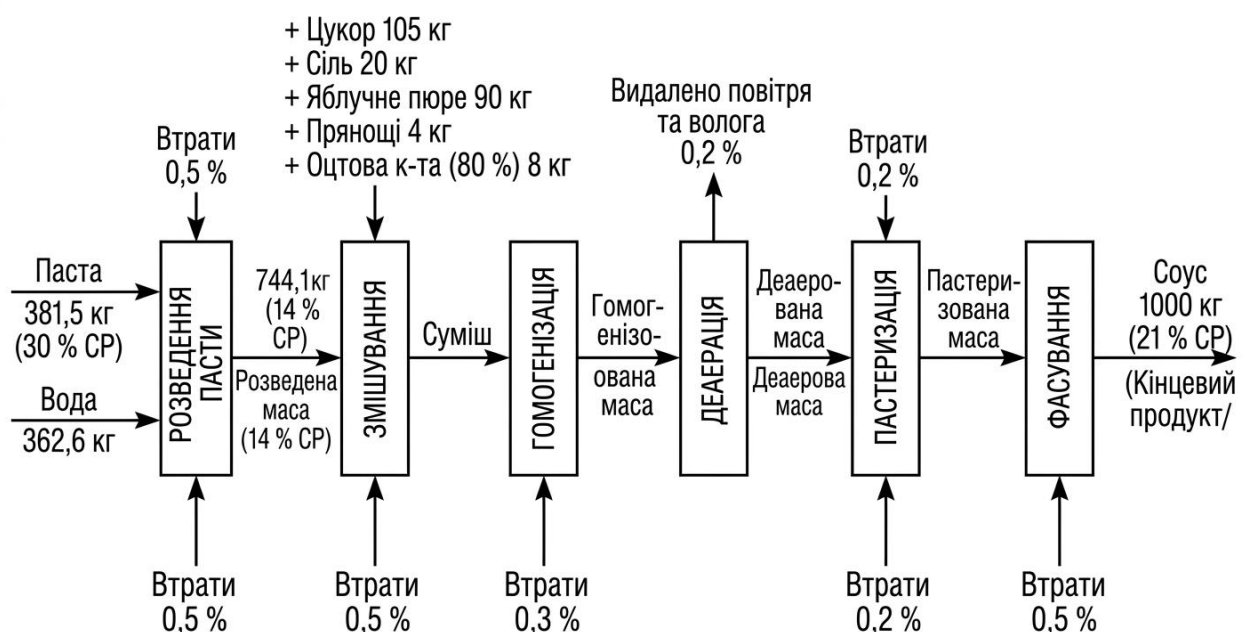


Рисунок 2.2 – Блок-схема виробництва соусу томатного «Український», на 1 т продукту

Блок-схема (рисунок 2.2) наочно демонструє послідовність стадій та розподіл втрат. Найбільші втрати (по 0,5 %) припадають на стадії змішування та фасування, де частина продукту залишається на стінках обладнання та в трубопроводах. Загальні втрати не перевищують 1,7 %, що є задовільним показником для виробництва з концентрованої сировини [28].

2.5.2 Початкові дані для розрахунків

Початкові дані для матеріальних розрахунків наведено нижче:

- 1) Продуктивність виробництва: 20 т/добу (20 000 кг/добу).
- 2) Режим роботи: двозмінний (2 зміни по 8 годин), ефективний час роботи 16 год/добу.
- 3) Кількість робочих днів на рік: 300.
- 4) Масова частка сухих речовин готового продукту: 21 %.
- 5) Масова частка сухих речовин томатної пасти: 30 %.
- 6) Масова частка сухих речовин яблучного пюре: 10 %.
- 7) Втрати на стадії розведення та змішування: 0,5 %.
- 8) Втрати на стадії гомогенізації: 0,3 %.
- 9) Втрати на стадії деаерації: 0,2 %.
- 10) Втрати на стадії пастеризації: 0,2 %.
- 11) Втрати на стадії фасування: 0,5 %.
- 12) Фасування у скляні банки місткістю 0,37 кг.

Ефективний фонд часу визначають за формулою:

$$T_{\text{еф}} = D_{\text{роб}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \quad (2.3)$$

де $T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу, год/рік;

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дроб – кількість робочих днів на рік, Дроб = 300;

тзм – тривалість однієї зміни, тзм = 8 год;

пзм – кількість змін на добу, пзм = 2.

$T_{\text{еф}} = 300 \cdot 8 \cdot 2 = 4800 \text{ год/рік.}$

Годинна продуктивність: $20\,000 / 16 = 1250 \text{ кг/год.}$

Річна продуктивність: $20 \cdot 300 = 6000 \text{ т/рік.}$

2.5.3 Матеріальні розрахунки за стадіями технологічного процесу

Матеріальні розрахунки виконують у зворотному порядку, починаючи від стадії фасування (кінцевий продукт) до стадії підготовки сировини. Розрахунок ведеться на 1000 кг (1 т) готового продукту.

Стадія фасування

Визначаємо кількість соусу, що надходить на стадію фасування з урахуванням втрат 0,5 %:

1000 кг – (100 – 0,5) %

$X_1 \text{ кг} - 100 \%$

$$X^1 = 1000 \cdot \frac{100}{99,5} = 1005,0 \text{ кг.}$$

Втрати на стадії фасування: $1005,0 - 1000,0 = 5,0 \text{ кг.}$

Таблиця 2.2 – Стадія фасування

Завантажено	кг	%	Одержано	кг	%
Соус після пастеризації	1005,0	100	Соус фасований	1000,0	99,50
			Втрати	5,0	0,50
Разом	1005,0	100	Разом	1005,0	100,00

Стадія пастеризації

Кількість соусу на вході пастеризатора з урахуванням втрат 0,2 %:

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$X^2 = 1005,0 \cdot \frac{100}{99,8} = 1007,0 \text{ кг.}$$

Втрати на стадії пастеризації: $1007,0 - 1005,0 = 2,0$ кг.

Таблиця 2.3 – Стадія пастеризації

Завантажено	кг	%	Одержано	кг	%
Соус після деаерації	1007,0	100	Соус пастеризований	1005,0	99,80
			Втрати	2,0	0,20
Разом	1007,0	100	Разом	1007,0	100,00

Стадія деаерації

Кількість соусу на вході деаератора з урахуванням втрат (видалення повітря та вологи) 0,2 %:

$$X^3 = 1007,0 \cdot \frac{100}{99,8} = 1009,0 \text{ кг.}$$

Видалено повітря та вологи: $1009,0 - 1007,0 = 2,0$ кг.

Таблиця 2.4 – Стадія деаерації

Завантажено	кг	%	Одержано	кг	%
Соус після гомогенізації	1009,0	100	Соус деаерований	1007,0	99,80
			Повітря та волога	2,0	0,20
Разом	1009,0	100	Разом	1009,0	100,00

Стадія гомогенізації

Кількість соусу на вході гомогенізатора з урахуванням втрат 0,3 %:

$$X^4 = 1009,0 \cdot \frac{100}{99,7} = 1012,0 \text{ кг.}$$

Втрати: $1012,0 - 1009,0 = 3,0$ кг.

Таблиця 2.5 – Стадія гомогенізації

Завантажено	кг	%	Одержано	кг	%
Суміш після змішування	1012,0	100	Суміш гомогенізована	1009,0	99,70
			Втрати	3,0	0,30
Разом	1012,0	100	Разом	1012,0	100,00

Стадія змішування

На стадію змішування надходять усі рецептурні компоненти. Загальна маса компонентів до змішування з урахуванням втрат 0,5 %:

$$X^5 = 1012,0 \cdot \frac{100}{99,5} = 1017,1 \text{ кг.}$$

Втрати на стадії змішування: $1017,1 - 1012,0 = 5,1$ кг.

Визначаємо потрібну кількість кожного компонента за рецептурою (на 1000 кг готового продукту з урахуванням втрат на всіх стадіях):

Томатна паста (30 % СР): 381,5 кг (забезпечує 114,5 кг сухих речовин).

Яблучне пюре (10 % СР): 90,0 кг (9,0 кг СР).

Цукор: 105,0 кг.

Сіль кухонна: 20,0 кг.

Оцтова кислота 80 %: 8,0 кг.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прянощі (суміш): 4,0 кг.

Вода питна: 408,6 кг (балансова різниця).

Разом завантажено: 1017,1 кг.

Таблиця 2.6 – Стадія змішування

Завантажено	кг	%	Одержано	кг	%
Паста томатна, 30 % СР	381,5	37,51	Суміш для гомогенізації	1012,0	99,50
Яблучне пюре, 10 % СР	90,0	8,85	Втрати	5,1	0,50
Цукор	105,0	10,32			
Сіль кухонна	20,0	1,97			
Оцтова кислота 80 %	8,0	0,79			
Прянощі	4,0	0,39			
Вода питна	408,6	40,17			
Разом	1017,1	100,00	Разом	1017,1	100,00

2.5.4 Зведений матеріальний баланс

Зведений матеріальний баланс виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» наведено у таблиці 2.7. Розрахунки виконано на 1 т (1000 кг) готового продукту та перераховано на годинну, добову та річну продуктивність.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – Зведений матеріальний баланс виробництва соусу томатного «Український»

Найменування	На 1 т, кг	кг/год	т/добу	т/рік	Коеф. витрат
Паста томатна 30 % СР	381,5	476,9	7,63	2289	0,382
Яблучне пюре 10 % СР	90,0	112,5	1,80	540	0,090
Цукор	105,0	131,3	2,10	630	0,105
Сіль кухонна	20,0	25,0	0,40	120	0,020
Оцтова кислота 80 %	8,0	10,0	0,16	48	0,008
Прянощі	4,0	5,0	0,08	24	0,004
Вода питна	408,6	510,8	8,17	2452	0,409
	1017,1	1271,4	20,34	6103	1,017
Соус томатний готовий	1000,0	1250,0	20,00	6000	1,000
Втрати на змішуванні	5,1	6,4	0,10	31	0,005
Втрати на гомогенізації	3,0	3,8	0,06	18	0,003
Повітря та волога (деаерація)	2,0	2,5	0,04	12	0,002
Втрати на пастеризації	2,0	2,5	0,04	12	0,002

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ				

Найменування	На 1 т, кг	кг/год	т/добу	т/рік	Коеф. витрат
Втрати на фасуванні	5,0	6,3	0,10	30	0,005
	1017,1	1271,4	20,34	6103	1,017

Аналіз зведеного матеріального балансу (таблиця 2.7) свідчить про раціональну структуру витрат сировини. Основну частку завантаження за масою складають томатна паста (37,5 %) та вода (40,2 %), що характерно для виготовлення соусу з концентрованого напівфабрикату. Коефіцієнт витрат 1,017 є значно нижчим, ніж при виробництві зі свіжих томатів (де коефіцієнт досягає 2,7–3,0), що підтверджує економічну доцільність обраного способу.

Як видно з таблиці 2.7, загальні втрати на всіх стадіях виробництва складають 17,1 кг на 1 т готового продукту, тобто 1,7 %. Коефіцієнт витрат сировини та матеріалів становить 1,017, що свідчить про раціональне використання ресурсів та відповідає промисловим нормативам для виробництва томатних соусів з концентрованої пасти [28].

2.6 Технологічні розрахунки

Метою технологічних розрахунків є визначення кількості основного та допоміжного обладнання, що забезпечує випуск 20 т готового продукту на добу. Початковими даними є технологічна схема, постадійні матеріальні баланси, норми технологічного режиму та технічні характеристики обладнання [20, 23].

2.6.1 Підбір обладнання

Годинна продуктивність лінії за матеріальним балансом становить 1250 кг/год (або приблизно 1200 л/год з урахуванням густини соусу $\rho \approx 1040 \text{ кг/м}^3$).

Змішувач із паровою сорочкою (поз. 3)

Розрахунок кількості змішувачів за обсягом виконують за формулою 2.4:

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{G \cdot \tau}{V_{роб} \cdot \rho \cdot 60} \quad (2.4)$$

де n – кількість апаратів, шт.;

G – годинна продуктивність за матеріальним балансом, кг/год, $G = 1271$ кг/год;

τ – тривалість циклу змішування, хв, $\tau = 35$ хв (30 хв змішування + 5 хв завантаження/вивантаження);

$V_{роб}$ – робочий об'єм апарата, м³;

ρ – густина суміші, кг/м³, $\rho = 1040$ кг/м³.

Обираємо змішувач із робочим об'ємом $V_{роб} = 1,5$ м³ (повний об'єм 2,0 м³):

$$n = \frac{1271 \cdot 35}{1,5 \cdot 1040 \cdot 60} = \frac{44\,485}{93} \cdot 600 = 0,48.$$

Приймаємо до встановлення 1 змішувач. За потреби резервування встановлюємо 2 змішувачі для забезпечення безперервності виробництва (один у роботі, один на завантаженні).

Технічна характеристика змішувача:

Тип апарата: ємність із паровою сорочкою та якірною мішалкою;

Призначення: змішування рецептурних компонентів;

Повний об'єм: 2,0 м³; Робочий об'єм: 1,5 м³;

Тиск у паровій сорочці: 0,3 МПа; Площа поверхні теплообміну: 3,5 м²;

Потужність електродвигуна мішалки: 5,5 кВт;

Частота обертання мішалки: 40–60 об/хв;

Матеріал: AISI 304; Маса: 980 кг;

Габарити (D × H): 1400 × 2200 мм [23].

Гомогенізатор плунжерний (поз. 5)

Розрахунок кількості гомогенізаторів за продуктивністю:

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = G_{\text{мат.}} \cdot \frac{\text{бал}}{G_{\text{пасп.}}} \quad (2.5)$$

$$n = \frac{1250}{1500} = 0,83.$$

Приймаємо до встановлення 1 гомогенізатор.

Технічна характеристика (аналог GEA Ariete 1500):

Тип: плунжерний, двоступеневий; Продуктивність: 1500 л/год;

Робочий тиск: I ступінь 15–20 МПа, II ступінь 3–5 МПа;

Потужність електродвигуна: 11 кВт;

Матеріал змочуваних частин: AISI 316L; Маса: 650 кг;

Габарити: 1200 × 700 × 1100 мм [20, 26].

Трубчастий пастеризатор (поз. 8)

$$n = \frac{1250}{2000} = 0,63$$

Приймаємо 1 пастеризатор.

Технічна характеристика:

Тип: трубчастий «труба в трубі» з секціями нагрівання, витримки та рекуперації;

Продуктивність: 2000 л/год; Температура пастеризації: 85–95 °С;

Коефіцієнт рекуперації теплоти: 65 %; Площа поверхні теплообміну: 12 м²;

Потужність (насоси, КВП): 7,5 кВт; Маса: 1200 кг;

Габарити: 3500 × 1200 × 2000 мм [24, 26].

Деаератор (поз. 6)

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1250}{2000} = 0,63$$

Приймаємо 1 деаератор.

Технічна характеристика:

Тип: вакуумний розпилювальний; Продуктивність: 2000 л/год;

Робочий вакуум: 0,06–0,08 МПа; Потужність вакуум-насоса: 4,0 кВт;

Матеріал: AISI 304; Маса: 450 кг; Габарити: 800 × 800 × 1800 мм [22].

Дозувально-фасувальний автомат (поз. 9)

Кількість банок на годину:

$$\frac{1250 \frac{\text{кг}}{\text{год}}}{0,37} \text{ кг} = 3378 \frac{\text{банок}}{\text{год}} = 56,3 \frac{\text{банок}}{\text{хв}}.$$

Обираємо автомат продуктивністю 60 банок/хв.

$$n = \frac{56,3}{60} = 0,94$$

Приймаємо 1 фасувальний автомат.

Технічна характеристика:

Тип: поршневий дозувальний; Продуктивність: до 60 банок/хв;

Об'єм дозування: 200–530 мл; Точність: ±0,5 %;

Потужність: 3,8 кВт; Тиск повітря: 0,6 МПа;

Габарити: 3000 × 1500 × 2500 мм [25].

Стерилізатор-охолоджувач безперервний (поз. 11)

Продуктивність: до 60 банок/хв (відповідає фасувальному автомату).

Тип: стрічковий безперервної дії із зонами стерилізації та охолодження;

Температура стерилізації: 100 °С; Тривалість стерилізації: 20–25 хв;

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживання пари: 300–400 кг/год; Потужність: 15 кВт;
 Габарити: 12 000 × 2000 × 2500 мм; Маса: 5500 кг [25, 26].

2.6.2 Конструкція та принцип дії апарата

Основним апаратом проєктованого цеху, визначеним завданням на дипломний проєкт, є трубчастий пастеризатор (поз. 8 на технологічній схемі). Креслення загального виду пастеризатора наведено у Додатку Б.

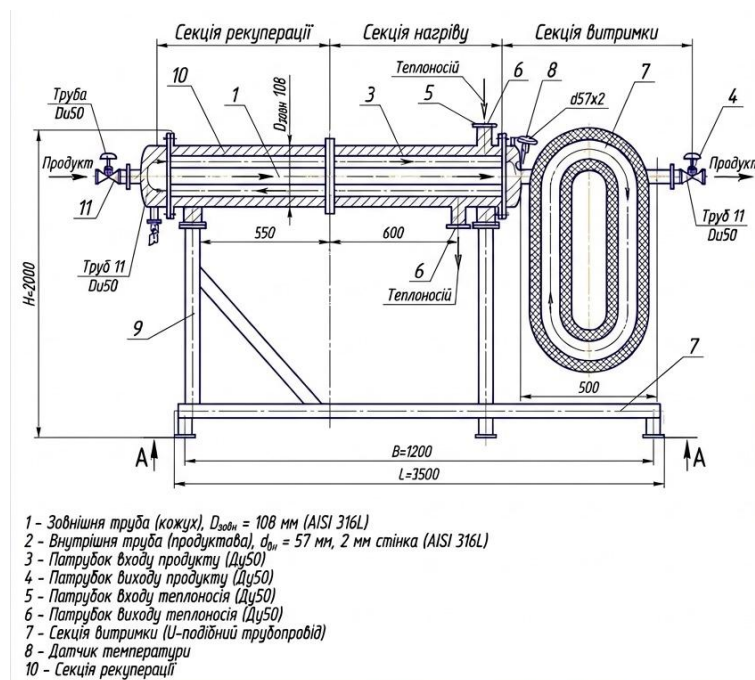


Рисунок 2.3 – Трубчастий пастеризатор типу «труба в трубі»

Конструкція трубчастого пастеризатора (рисунок 2.3) є оптимальною для обробки в'язких томатних продуктів, оскільки забезпечує рівномірний прогрів без утворення застійних зон та мінімізує термічну деградацію лікопіну й аскорбінової кислоти [11, 15]. Креслення загального виду апарата наведено у Додатку Б.

Трубчастий пастеризатор типу «труба в трубі» призначений для теплової обробки в'язких харчових рідин, зокрема томатних соусів, кетчупів та пюре. Апарат складається з набору прямих секцій, кожна з яких являє собою два концентрично розташовані циліндри: зовнішню трубу (кожух) діаметром 108 мм та внутрішню (продуктову) трубу діаметром 57 мм. Продукт рухається по внутрішній трубі, а теплоносій (гаряча вода або пара) подається у міжтрубний простір протитечією.

Конструктивно апарат поділений на три функціональні зони. Перша зона (секція нагрівання) складається з 4–6 прямих секцій загальною площею теплообміну 8 м², де продукт нагрівається від 60–70 °С (після рекуперації) до заданої температури пастеризації 85–95 °С. Теплоносієм є гаряча вода з температурою 98–100 °С або пара тиском 0,15–0,2 МПа. Друга зона (секція витримки) являє собою ізольовану трубу, що забезпечує перебування продукту при температурі пастеризації протягом 15–20 секунд. Довжину секції витримки розраховують виходячи з необхідного часу витримки та лінійної швидкості руху продукту. Третя зона (секція рекуперації) забезпечує попереднє нагрівання вхідного холодного продукту за рахунок теплообміну з гарячим пастеризованим продуктом, що дозволяє зекономити до 65 % теплової енергії [24].

Перевагами трубчастого пастеризатора порівняно з пластинчастим є можливість обробки в'язких та пульпових продуктів без засмічення каналів, менша схильність до утворення нагару на теплообмінних поверхнях та простота розбирання для мийки. Основним недоліком є більші габарити порівняно з пластинчастим теплообмінником аналогічної продуктивності.

2.6.3 Теплові розрахунки обладнання

Тепловий розрахунок виконано для секції нагрівання трубчастого пастеризатора (поз. 8), де продукт нагрівається від температури після рекуперації $t_1 = 65$ °С до температури пастеризації $t_2 = 90$ °С. Теплоносій: гаряча вода, що надходить із температурою $T_1 = 98$ °С і виходить із температурою $T_2 = 78$ °С.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк. 49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Початкові дані для розрахунку:

Продуктивність за продуктом: $G = 1250 \text{ кг/год} = 0,347 \text{ кг/с}$;

Початкова температура продукту: $t_1 = 65 \text{ }^\circ\text{C}$;

Кінцева температура продукту: $t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$;

Питома теплоємність томатного соусу (21 % СР) при 65–90 $^\circ\text{C}$: $c = 3,48 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ [20];

Температура гарячої води на вході: $T_1 = 98 \text{ }^\circ\text{C}$;

Температура гарячої води на виході: $T_2 = 78 \text{ }^\circ\text{C}$.

Витрати теплоти на нагрівання продукту розраховують за формулою 2.6:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot 1,05 \quad (2.6)$$

де Q – витрати теплоти, кВт;

G – масова витрата продукту, кг/с;

c – питома теплоємність продукту, кДж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$);

1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати теплоти в навколишнє середовище (5 %).

$$Q = 0,347 \cdot 3,48 \cdot (90 - 65) \cdot 1,05 = 0,347 \cdot 3,48 \cdot 25 \cdot 1,05 = 31,7 \text{ кВт.}$$

Середню логарифмічну різницю температур визначають за формулою 2.7:

$$\Delta t_{сер} = (\Delta t_6 - \Delta t_M) : \ln \left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M} \right) \quad (2.7)$$

При протічній схемі (продукт: 65 $\rightarrow$ 90 $^\circ\text{C}$; вода: 98 $\rightarrow$ 78 $^\circ\text{C}$):

$$\Delta t_6 = T_1 - t_2 = 98 - 90 = 8 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_M = T_2 - t_1 = 78 - 65 = 13 \text{ }^\circ\text{C}.$$

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta t_{сер} = \frac{13 - 8,3}{\ln \frac{13}{8}} = \frac{5}{\ln 1,625} = \frac{5}{0,486} = 10,3^{\circ}\text{C}.$$

Необхідну поверхню теплообміну розраховують за формулою 2.8:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{сер}} \quad (2.8)$$

де F – поверхня теплообміну, м²;

K – коефіцієнт теплопередачі від гарячої води до томатного соусу;

K = 400–600 Вт/(м²·°C) для трубчастих теплообмінників [24]. Приймаємо K = 500 Вт/(м²·°C).

$$F = \frac{31\,700}{500 \cdot 10,3} = \frac{31\,700}{5150} = 6,2 \text{ м}^2.$$

З урахуванням утворення відкладень на стінках труб приймаємо коефіцієнт запасу 1,2:

$$F_{розр} = 6,2 \cdot 1,2 = 7,4 \text{ м}^2.$$

За паспортом обраного трубчастого пастеризатора площа поверхні теплообміну секції нагрівання становить 8,0 м², що перевищує розрахункове значення 7,4 м² (розраховано за формулою (2.8)). Запас поверхні теплообміну складає $\frac{8,0 - 7,4}{7,4} \cdot 100 = 8,1 \%$, що є достатнім для компенсації можливого забруднення теплообмінних поверхонь та коливань параметрів технологічного процесу. Отже, обраний апарат забезпечує заданий режим пастеризації при температурі 90 °C з необхідним запасом надійності.

Витрати гарячої води для секції нагрівання:

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_B = \frac{Q}{c_B \cdot (T^1 - T^2)} \quad (2.9)$$

$$G_B = \frac{31,7}{4,19 \cdot (98 - 78)} = \frac{31,7}{83,8} = 0,378 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 1361 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Витрати пари (при нагріванні води в котлі від 20 °С до 98 °С, теплота конденсації пари за тиску 0,3 МПа становить 2150 кДж/кг):

$$D = \frac{Q_{\text{води}}}{r_{\text{пари}}} = \frac{1361 \cdot 4,19 \cdot 78}{2150} = \frac{444\,800}{2150} = 207 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \text{ пари.}$$

2.7 Специфікація обладнання

Специфікацію обладнання цеху виробництва соусу томатного «Український» наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Специфікація обладнання цеху [складено на підставі 22, 24, 25]

Поз.	Назва обладнання	Кількість	Примітка
1	Ємність для томатної пасти	2	V = 1,0 м³; AISI 304
2	Насос відцентровий	2	Q = 2 м³/год; N = 1,5 кВт
3	Змішувач з паровою сорочкою	2	V = 2,0 м³; N = 5,5 кВт; 1400×2200 мм
4	Насос для в'язких продуктів	2	Q = 2,5 м³/год; N = 2,2 кВт
5	Гомогенізатор плунжерний	1	Q = 1500 л/год; P = 20 МПа; N = 11 кВт
6	Деаератор вакуумний	1	Q = 2000 л/год; N = 4,0 кВт
7	Насос для подачі на пастеризатор	2	Q = 2,5 м³/год; N = 2,2 кВт

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поз.	Назва обладнання	Кількість	Примітка
8	Пастеризатор трубчастий	1	$Q = 2000$ л/год; $F = 12$ м ² ; $N = 7,5$ кВт
9	Фасувальний автомат поршневий	1	60 банок/хв; $N = 3,8$ кВт
10	Укупорювальна машина twist-off	1	60 банок/хв; $N = 2,2$ кВт
11	Стерилізатор-охолоджувач стрічковий	1	60 банок/хв; $N = 15$ кВт; 12000×2000 мм
12	Етикетувальний автомат	1	80 банок/хв; $N = 1,5$ кВт
13	Транспортер стрічковий	3	$L = 6$ м; $N = 0,75$ кВт
14	Бункер для цукру з віброситом	1	$V = 0,5$ м ³ ; $N = 0,55$ кВт
15	Дозатор для солі	1	До 50 кг/год; $N = 0,37$ кВт
16	Дозатор для оцтової кислоти	1	Мірний, $V = 10$ л
17	Ємність для яблучного пюре	1	$V = 0,5$ м ³ ; AISI 304

Специфікація обладнання (таблиця 2.8) включає 17 позицій загальною кількістю 21 одиниця (з урахуванням резервних насосів та змішувачів). Усе обладнання виготовлено з корозійностійкої сталі AISI 304 або AISI 316L, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам до харчового виробництва. Загальна встановлена потужність електрообладнання складає приблизно 150 кВт.

2.8 Енергетичні витрати виробництва

Під енергетичними витратами слід розуміти витрати електроенергії, пари, води та інших енергоносіїв на технологічні потреби виробництва. Розрахунок виконано на підставі специфікації обладнання (таблиця 2.8) та норм технологічного режиму (таблиця 2.1). Результати наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Енергетичні витрати виробництва [розраховано за даними

специфікації обладнання]

специфікації обладнання]					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вид енергоносія	Витрата, од./год	Витрата, од./добу	Питомі витрати на 1 т продукту
Електроенергія, кВт·год	85	1360	68,0 кВт·год/т
Пара (0,3 МПа), кг	650	10 400	520 кг/т
Вода питна (технологічна), м³	0,6	9,6	0,48 м³/т
Вода технічна (охолодження, мийка), м³	3,0	48,0	2,4 м³/т
Стиснене повітря (0,6 МПа), м³	5,0	80,0	4,0 м³/т

Аналіз даних таблиці 2.9 свідчить, що основними статтями енергоспоживання є витрати пари (520 кг/т продукту) та електроенергії (68 кВт·год/т). Порівняно із середньогалузевими показниками для виробництва томатних соусів зі свіжої сировини (180–250 кВт·год/т), питомі витрати електроенергії проєктованого цеху є значно нижчими завдяки відсутності енергоємного випарного обладнання.

Загальна встановлена потужність електрообладнання цеху становить приблизно 150 кВт. З урахуванням коефіцієнта одночасності (0,55–0,65) фактичне споживання складає 82–98 кВт·год на годину. Основними споживачами електроенергії є стерилізатор-охолоджувач (15 кВт), гомогенізатор (11 кВт), пастеризатор (7,5 кВт) та змішувач (5,5 кВт).

2.9 Стандартизація і контроль якості продукції

Система контролю якості на проєктованому підприємстві побудована відповідно до вимог ДСТУ ISO 22000:2019 [36] та Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [37], що передбачають обов'язкове впровадження системи НАССР. Контроль якості

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється на всіх стадіях виробничого процесу від вхідного контролю сировини до зберігання готової продукції.

Перелік контрольованих параметрів, методів випробувань та відповідальних осіб наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Контроль технологічного процесу виробництва соусу томатного «Український»

Стадія процесу	Параметр контролю	Норма	Періодичність	Хто контролює
Приймання пасти	Масова частка CP, %	$\geq 30,0$	Кожна партія	Лабораторія
Приймання пасти	Вміст пліснявих грибів (Говард), %	≤ 40	Кожна партія	Лабораторія
Змішування	Температура суміші, °C	80–85	Безперервно (датчик)	Оператор
Змішування	Тривалість перемішування, хв	20–30	Кожна завантаження	Оператор
Гомогенізація	Тиск, МПа	15–20	Безперервно (манометр)	Оператор
Пастеризація	Температура, °C (ККТ-1)	85–95	Безперервно (самописець)	Оператор, лаб.
Пастеризація	Час витримки, с	15–20	Безперервно	ПЛК
Фасування	Маса нетто, г	370 ± 5	Кожні 30 хв	Оператор
Фасування	Температура наповнення, °C (ККТ-2)	≥ 88	Безперервно	Датчик

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

Стадія процесу	Параметр контролю	Норма	Періодичність	Хто контролює
Стерилізація	Температура, °C (ККТ-3)	100	Безперервно (самописець)	Оператор
Готовий продукт	СР, %; кислотність, %; сіль, %	Відп. до табл. 1.2	Кожна варка	Лабораторія
Готовий продукт	Промислова стерильність	Відсутність росту	Кожна партія	Лабораторія

Система контролю (таблиця 2.10) охоплює 12 параметрів на 7 стадіях виробничого процесу. Три з них визначено як критичні контрольні точки відповідно до принципів НАССР [36], що забезпечує належний рівень мікробіологічної безпеки готової продукції.

Критичними контрольними точками (ККТ) визначено: ККТ-1 (температура пастеризації ≥ 85 °C з витримкою ≥ 15 с), ККТ-2 (температура продукту при фасуванні ≥ 88 °C), ККТ-3 (температура стерилізації 100 °C протягом ≥ 20 хв). Відхилення від зазначених параметрів є підставою для зупинки лінії, ідентифікації та ізоляції потенційно небезпечної продукції [36].

3 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

Автоматизація виробничих процесів проєктованого цеху забезпечує стабільне підтримання технологічних параметрів, зменшення впливу людського чинника на якість продукту та підвищення продуктивності праці. Система автоматичного контролю та керування базується на програмованому логічному контролері (ПЛК) типу Siemens S7-1200, який здійснює збір даних від датчиків, порівняння із заданими уставками та формування керуючих впливів на виконавчі механізми [45].

Перелік параметрів, що підлягають автоматичному контролю та регулюванню, наведено у таблиці 3.1.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушіє	
						57		

Таблиця 3.1 – Параметри автоматичного контролю та керування виробництвом [складено за даними 36, 45]

Стадія процесу, місце вимірювання	Параметр	Норма та допустиме відхилення
Змішувач 3, паровий простір сорочки	Температура, °C	80–85 ± 2
Змішувач 3, порожнина апарата	Рівень заповнення, %	80 ± 5
Гомогенізатор 5, нагнітальна лінія	Тиск, МПа	15–20 ± 1
Деаератор 6	Вакуум, МПа	0,06–0,08 ± 0,005
Пастеризатор 8, секція витримки	Температура продукту, °C	90 ± 2 (ККТ-1)
Пастеризатор 8, вхід теплоносія	Температура води, °C	98 ± 2
Фасувальний автомат 9	Температура продукту, °C	≥88 (ККТ-2)
Стерилізатор 11, зона стерилізації	Температура, °C	100 ± 1 (ККТ-3)
Стерилізатор 11, зона охолодження	Температура банок, °C	35–40 ± 3

Параметри, наведені у таблиці 3.1, охоплюють основні технологічні змінні, контроль яких є необхідним для забезпечення стабільної якості продукту та безпеки виробництва. Допустимі відхилення визначено з урахуванням впливу кожного параметра на якість кінцевого продукту [45].

Система автоматизації передбачає три рівні. Перший (нижній) рівень складається з первинних вимірювальних перетворювачів: термоперетворювачів опору типу Pt100 (клас А) для вимірювання температури, тензометричних давачів тиску, ротаметрів для контролю витрат рідин, а також ультразвукових рівнемірів для контролю заповнення ємностей. Другий (середній) рівень реалізовано на базі ПЛК Siemens S7-1200 з модулями аналогового вводу/виводу, який забезпечує збір, обробку інформації від давачів та формування керуючих сигналів для виконавчих механізмів (регулюючих клапанів, частотних перетворювачів електроприводів мішалок та насосів). Третій (верхній) рівень реалізовано у вигляді панелі оператора (HMI) Siemens KTP700, що забезпечує візуалізацію параметрів процесу, введення уставок, реєстрацію даних та формування звітів [45].

Особлива увага приділена автоматичному контролю критичних контрольних точок (ККТ). При зниженні температури пастеризації нижче 85 °С або температури фасування нижче 88 °С ПЛК автоматично формує аварійний сигнал, зупиняє фасувальний автомат та перенаправляє потік продукту на рециркуляцію (повторне проходження через пастеризатор). Дані про температурні режими ККТ реєструються безперервно із періодом запису 10 секунд та зберігаються в архіві щонайменше 2 роки відповідно до вимог НАССР [36].

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розділ містить аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів проєктованого цеху та заходи щодо забезпечення безпечних умов праці відповідно до вимог НПАОП 15.3-1.19-98 «Правила охорони праці для плодоовочевих переробних підприємств» [39].

Класифікацію виробничих приміщень цеху з виробництва соусу томатного «Український» за вибухо- та пожежною небезпекою, за правилами безпечної експлуатації електроустановок та за санітарною характеристикою наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика виробничих приміщень цеху [відповідно до 39, 46]

Назва приміщення	Категорія за НАПБ	Клас за ПУЕ	Група сан. хар.
Сировинний склад	В	П-І	Ia
Відділення змішування та гомогенізації	Д	Без класу	Iб
Відділення пастеризації та стерилізації	Д	Без класу	Iб
Відділення фасування	Д	Без класу	Ia
Склад готової продукції	В	П-І	Ia
Котельня	Г	П-І	IIa
Лабораторія	В	П-IIa	Ia

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.		Арк.	Акрушіє
							60	

Як видно з таблиці 4.1, виробничі приміщення цеху належать переважно до категорії Д за вибухо- та пожежною небезпекою (непожежонебезпечні), що зумовлено використанням негорючих водних розчинів та відсутністю легкозаймистих речовин у технологічному процесі. Виняток становлять склади (категорія В), де зберігається горюча упаковка та етикеткова продукція [39].

При виробництві соусу томатного використовують речовини та матеріали, характеристику яких наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Перелік та характеристика речовин, що використовуються у виробництві [за даними 38]

Назва речовини	Клас безпеки	ГДК, мг/м³	Т спалаху, °С	Особливості
Оцтова кислота 80 %	3	5	40	Їдка, подразнює слизові
Цукровий пил	4	10	–	Вибухонебезпечний у суспензії
Водяна пара	–	–	–	Ризик опіків при $T > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$
Мийні засоби (луг NaOH)	2	0,5	–	Їдка речовина

Дані таблиці 4.2 свідчать, що найбільшу небезпеку для персоналу становить оцтова кислота (3 клас безпеки, ГДК 5 мг/м³), контакт із якою може спричинити подразнення слизових оболонок та хімічні опіки шкіри. Мийні засоби на основі NaOH належать до 2 класу безпеки і потребують обов'язкового застосування засобів індивідуального захисту [38].

Основними потенційно небезпечними виробничими факторами у проєктованому цеху є: підвищена температура поверхонь обладнання (змішувач, пастеризатор, стерилізатор) та гарячого продукту, що створює ризик термічних опіків; наявність обладнання під тиском (паропроводи,

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гомогенізатор з робочим тиском до 20 МПа); рухомі частини механізмів (мішалки, насоси, транспортери); підвищена вологість повітря у зоні стерилізатора та мийки обладнання; контакт персоналу з оцтовою кислотою та мийними засобами; електричне обладнання напругою 380 В у вологому середовищі [38].

Для запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням у проєкті передбачено комплекс організаційних та технічних заходів. Усі гарячі поверхні обладнання (паропроводи, сорочки змішувачів, корпус пастеризатора) теплоізольовані матеріалом товщиною 30–50 мм до температури зовнішньої поверхні не вище 45 °С. Гомогенізатор обладнано запобіжним клапаном, що автоматично скидає тиск при перевищенні 25 МПа. Усі рухомі частини механізмів закриті захисними кожухами з блокуванням: при знятті кожуха привід автоматично вимикається. Електрообладнання цеху має ступінь захисту IP54 (для зон підвищеної вологості IP65) та захисне заземлення з опором не більше 4 Ом [39].

Мікроклімат виробничих приміщень підтримується відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [41]: температура повітря у робочій зоні 18–25 °С (залежно від категорії робіт), відносна вологість 40–60 %, швидкість руху повітря 0,1–0,3 м/с. Для цього передбачено припливно-витяжну вентиляцію з кратністю повітрообміну 3–5 об/год у виробничих приміщеннях та 6–10 об/год у зоні стерилізатора. Рівень шуму на робочих місцях не перевищує 80 дБА відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 [40].

Персонал цеху забезпечується засобами індивідуального захисту: спецодяг (халат бавовняний, ковпак), взуття з антиковзним підошвою, гумові рукавички (при роботі з оцтовою кислотою та мийними засобами), захисні окуляри, беруші (при роботі біля гомогенізатора). Інструктаж з техніки безпеки проводиться перед початком роботи, повторний інструктаж виконується щоквартально [38].

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Будь-який технічний проєкт виробництва не може бути реалізований без екологічної оцінки та запроєктованих заходів з охорони навколишнього середовища [44]. У цьому розділі наведено характеристику викидів, відходів та втрат проєктованого виробництва, а також заходи щодо їхньої утилізації та знешкодження.

Перелік та характеристику основних відходів виробництва наведено у таблиці 5.1.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						63		

Таблиця 5.1 – Перелік та характеристика викидів і відходів цеху виробництва соусу [за результатами матеріального балансу]

Стадія утворення	Вид відходів	Кількість, кг/добу	Стан	Метод утилізації
Змішування (поз. 3)	Залишки суміші	102	Рідкий	Збір, повторне використання
Гомогенізація (поз. 5)	Залишки в обладнанні	60	Рідкий	Змив водою у збірник
Деаерація (поз. 6)	Повітря з парою	40	Газоподібний	Випуск в атмосферу (нетоксичний)
Пастеризація (поз. 8)	Залишки в трубопроводах	40	Рідкий	Змив при СІР-мийці
Фасування (поз. 9)	Бій скляної тари	15–30 банок	Твердий	Збір, здавання на переробку
Фасування (поз. 9)	Перелив продукту	100	Рідкий	Збір у піддони, повернення
Мийка обладнання	Стічна вода з мийними засобами	40 000–48 000 л	Рідкий	Локальне очищення

Аналіз даних таблиці 5.1 підтверджує, що основним видом відходів проєктованого виробництва є стічні води від СІР-мийки обладнання (40–48 м³/добу). Органічні відходи (залишки продукту) мають незначний обсяг і можуть бути повторно використані або утилізовані шляхом компостування [29, 30]. Викиди в атмосферу є мінімальними та не перевищують нормативів для підприємств V класу шкідливості.

Основним джерелом забруднення навколишнього середовища при виробництві томатних соусів є стічні води, що утворюються при мийці

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання, трубопроводів та тари. Добовий обсяг промислових стічних вод становить приблизно 40–48 м³. Стічні води містять залишки томатного продукту (ХПК до 3000–5000 мг О₂/л), розчини мийних засобів (NaOH 1–2 %, HNO₃ 0,5–1,0 %), а також завислі речовини (до 500 мг/л) [43].

Для очищення промислових стічних вод у проєкті передбачено локальні очисні споруди, що включають: жируловлювач для видалення рослинних жирів та нерозчинних часточок; усереднювач з корекцією рН (нейтралізація кислих та лужних стоків після СІР-мийки); аеробний біореактор для зниження ХПК до допустимого рівня ($\text{ХПК} \leq 500 \text{ мг О}_2/\text{л}$ перед скиданням у міську каналізацію). Очищені стічні води відповідають вимогам місцевих правил приймання стоків до каналізаційних мереж.

Тверді відходи (бій скляної тари, відпрацьовані фільтрувальні матеріали, пакувальні матеріали) збираються роздільно та передаються спеціалізованим підприємствам для переробки або утилізації. Обсяг твердих відходів не перевищує 50–70 кг/добу.

Викиди в атмосферне повітря від проєктованого цеху є мінімальними та включають: водяну пару від стерилізатора та котельні (нетоксичний компонент); незначну кількість пилу при завантаженні сипких компонентів (цукор, сіль, прянощі), для уловлювання якого передбачено місцеві відсмоктувачі з рукавними фільтрами (ефективність очищення 99,5 %). За класифікацією підприємство належить до V класу шкідливості із санітарно-захисною зоною 50 м [42, 44].

Утилізація органічних відходів (залишки продукту, промивні води з високим вмістом органіки) є перспективним напрямком, оскільки ці відходи можуть бути використані як сировина для виробництва біогазу в метантенках або як добриво після компостування [29, 30]. У проєкті передбачено можливість збору органічних відходів у окремий збірник для подальшої передачі на біогазову установку.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Компонування обладнання проєктованого цеху виконано з урахуванням вимог ДБН В.2.2-12-2003 «Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції» [46], принципів потоковості технологічного процесу та забезпечення зручності обслуговування і ремонту обладнання. Креслення компонування обладнання наведено у Додатку В.

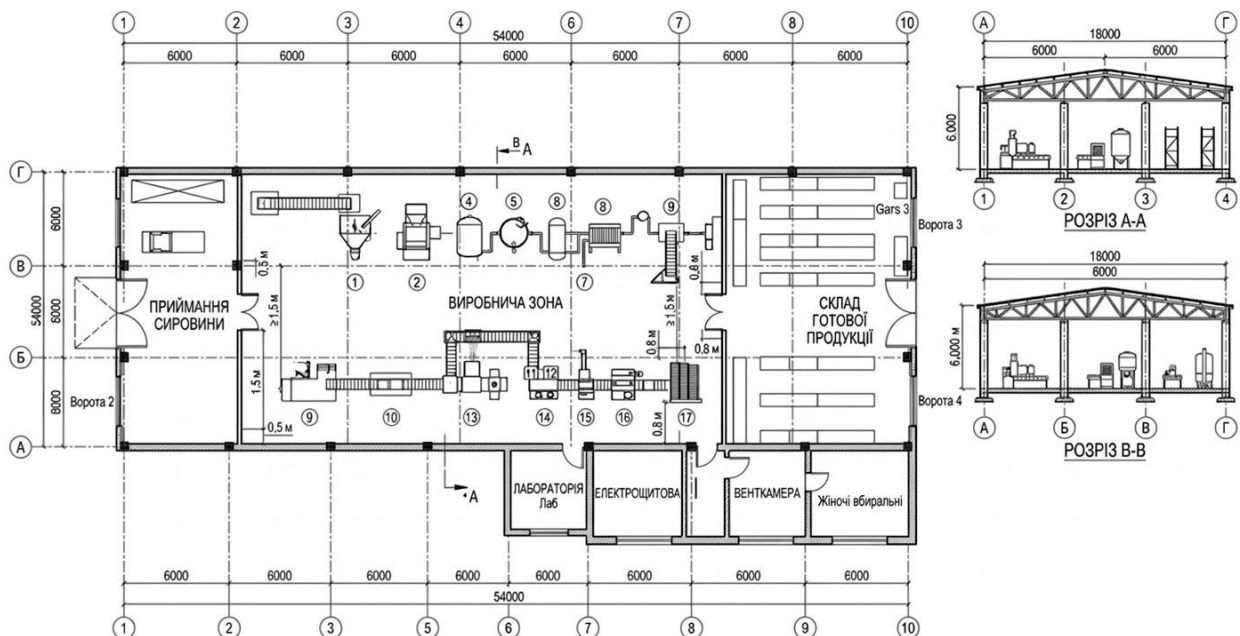


Рисунок 6.1 – План цеху на відмітці 0.000

План цеху (рисунок 6.1, Додаток В) демонструє раціональне лінійне розташування обладнання, що забезпечує потоковість технологічного процесу без зустрічних та перехресних потоків сировини й готової продукції, як це вимагає ДБН В.2.2-12-2003 [46].

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.						66	
Н. Контр.							
Затверд.							

Проектований цех розміщено в одноповерховій виробничій будівлі розмірами 54×18 м у плані, побудованій за типовою серією II-20/70. Будівля має три прогони шириною по 6 м, сітку колон 6×6 м та висоту до низу несучих конструкцій 6,0 м, що є достатньою для розміщення найвищого обладнання (стерилізатор-охолоджувач висотою 2,5 м з урахуванням обслуговування).

Конструктивні рішення будівлі: фундаменти стовпчасті залізобетонні монолітні під колони; колони збірні залізобетонні перетином 400×400 мм; ригелі збірні залізобетонні прольотом 6 м; плити покриття ребристі 6×1,5 м; стіни із сендвіч-панелей товщиною 100 мм (утеплювач мінеральна вата); підлоги із кислотостійкої керамічної плитки з ухилом 1,5 % до трапів; стіни у виробничих приміщеннях облицьовані глазурованою плиткою на висоту 1,8 м, вище пофарбовані водоемульсійною фарбою.

Планувальне рішення цеху передбачає лінійне розташування обладнання відповідно до послідовності технологічних операцій. Зона приймання сировини (ємності для пасти та пюре, бункер для цукру) розміщена з лівого торця будівлі, біля воріт для розвантаження автотранспорту. Далі за потоком розташовано відділення змішування (змішувачі 3, дозатори 14, 15, 16), відділення гомогенізації та деаерації (поз. 5, 6), відділення пастеризації (поз. 8), лінія фасування та укупорювання (поз. 9, 10), стерилізатор-охолоджувач (поз. 11) та ділянка етикетування і пакування (поз. 12, 13). Склад готової продукції розміщено з правого торця будівлі, звідки здійснюється відвантаження.

Лабораторія площею 18 м² розташована між виробничим приміщенням та складом, що забезпечує зручний доступ для відбору проб як із технологічної лінії, так і з готової продукції. Побутові приміщення (гардеробні, душові, санвузли) площею 36 м² розміщено в окремому блоці, прибудованому до основної будівлі з боку головного входу. Вентиляційна камера та електрощитова розташовані на першому поверсі в ізольованих приміщеннях [46].

Відстані між обладнанням дотримано відповідно до вимог: між рядами

обладнання 1,5–2,0 м, від стін до обладнання не менше 0,8 м, робочі проходи					Арк.
5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

для обслуговування не менше 1,0 м. Для монтажу та демонтажу великогабаритного обладнання (стерилізатор) передбачено монтажний отвір у покритті та монорельс вантажопідйомністю 2 т.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою організаційно-економічного розрахунку є техніко-економічне обґрунтування доцільності будівництва цеху з виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу [47, 48].

Вартість основних виробничих фондів.

Вартість обладнання визначено на підставі каталожних цін та комерційних пропозицій виробників. Загальна вартість технологічного обладнання (з урахуванням монтажу, транспортування та пусконаладжувальних робіт, що становлять 30 % від вартості обладнання) складає орієнтовно 12 500 тис. грн. Вартість будівлі (54×18 м, одноповерхова, сендвіч-панелі) за укрупненими показниками становить 8 000 тис. грн. Загальна вартість основних виробничих фондів: 20 500 тис. грн.

Амортизація основних фондів розраховується прямолінійним методом. Для обладнання строк корисного використання становить 10 років (амортизація 10 % на рік), для будівлі 20 років (5 % на рік):

$$A_{\text{обл}} = 12\,500 \cdot 0,10 = 1250 \text{ тис. грн/рік.}$$

$$A_{\text{буд}} = 8\,000 \cdot 0,05 = 400 \text{ тис. грн/рік.}$$

$$\text{Загальна амортизація: } A = 1250 + 400 = 1650 \text{ тис. грн/рік.}$$

Чисельність та оплата праці персоналу.

Штатний розпис цеху при двозмінному режимі роботи наведено у таблиці 7.1.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						69		

Таблиця 7.1 – Штатний розпис цеху

Посада	Кількість у змін	Кількість (2 зміни)	Середня зарплата, грн/міс
Начальник цеху	1	1	35 000
Технолог	1	1	28 000
Оператор лінії	2	4	22 000
Апаратник змішування	1	2	20 000
Апаратник фасування	1	2	20 000
Лаборант	1	1	20 000
Слюсар-наладчик	1	2	22 000
Вантажник-комірник	1	2	18 000
Прибиральник	1	1	16 000
		16	

Штатний розпис (таблиця 7.1) передбачає 16 працівників, що забезпечує продуктивність праці 375 т/особу на рік. Такий показник є конкурентоспроможним для підприємств аналогічної потужності та свідчить про високий рівень механізації та автоматизації виробництва [47].

Річний фонд заробітної плати (з урахуванням ЄСВ 22 %):

$$\text{ФЗП} = (35\,000 + 28\,000 + 4 \cdot 22\,000 + 2 \cdot 20\,000 + 2 \cdot 20\,000 + 20\,000 + 2 \cdot 22\,000 + 2 \cdot 18\,000 + 16\,000) \cdot 12 = 347\,000 \cdot 12 = 4\,164 \text{ тис. грн/рік.}$$

$$\text{ФЗП з ЄСВ} = 4\,164 \cdot 1,22 = 5\,080 \text{ тис. грн/рік.}$$

$$\text{Продуктивність праці: } 6000 \text{ т} / 16 \text{ осіб} = 375 \text{ т/особу на рік.}$$

Собівартість продукції.

Калькуляцію собівартості 1 тонни соусу наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Калькуляція собівартості 1 тонни соусу томатного «Український»

Стаття витрат	Витрата на 1 т	Ціна, грн/кг(од.)	Сума, грн/т
Паста томатна 30 % СР, кг	381,5	42	16 023
Яблучне пюре 10 % СР, кг	90,0	25	2 250
Цукор, кг	105,0	32	3 360
Сіль, кг	20,0	8	160
Оцтова кислота 80 %, кг	8,0	55	440
Прянощі (суміш), кг	4,0	180	720
Вода питна, м³	0,48	25	12
Тара скляна (банки 0,37 кг), шт.	2703	3,50	9 461
Кришки twist-off, шт.	2703	1,20	3 244
Етикетки, шт.	2703	0,50	1 352
			37 022
Електроенергія, кВт·год	68,0	4,50	306
Пара, кг	520	1,80	936
Вода технічна, м³	2,4	18	43
			1 285
Зарплата з ЄСВ (на 1 т)			847
Амортизація (на 1 т)			275

									Арк.
									71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ

Стаття витрат	Витрата на 1 т	Ціна, грн/кг(од.)	Сума, грн/т
Загальновиробничі (10 % від суми)			3 943
			43 372

Калькуляція собівартості (таблиця 7.2) показує, що найбільшу частку у структурі витрат займають сировина та матеріали (85,4 %), серед яких домінують витрати на томатну пасту (37,0 % від повної собівартості) та скляну тару з кришками (29,3 %). Це підтверджує доцільність укладання довгострокових контрактів із постачальниками томатної пасти для забезпечення цінової стабільності [48].

Відпускна ціна 1 тонни соусу (з рентабельністю 20 %): $43\,372 \cdot 1,20 = 52\,046$ грн/т.

Відпускна ціна 1 банки (0,37 кг): $52\,046 \cdot \frac{0,37}{1000} = 19,26$ грн (без ПДВ).

Роздрібна ціна (з ПДВ 20 % та торговельною націнкою 30 %): $19,26 \cdot 1,20 \cdot 1,30 = 30,05$ грн, що відповідає ринковому рівню цін на томатні соуси преміального сегмента.

Фінансові показники.

Річний обсяг реалізації: $6000 \text{ т} \cdot 52\,046 \text{ грн/т} = 312\,276$ тис. грн.

Річні витрати (собівартість): $6000 \cdot 43\,372 = 260\,232$ тис. грн.

Річний валовий прибуток: $312\,276 - 260\,232 = 52\,044$ тис. грн.

Податок на прибуток (18 %): $52\,044 \cdot 0,18 = 9\,368$ тис. грн.

Чистий прибуток: $52\,044 - 9\,368 = 42\,676$ тис. грн.

Рентабельність продукції: $\frac{42\,676}{260\,232} \cdot 100 \% = 16,4 \%$.

Термін окупності капіталовкладень: $\frac{20\,500}{42\,676} = 0,48$ року (≈ 6 місяців).

Фондовіддача: $\frac{312\,276}{20\,500} = 15,23$ грн/грн.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведені техніко-економічні показники проєктованого цеху наведено у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Зведені техніко-економічні показники [за результатами розрахунків]

Показник	Одиниці виміру	Значення
Випуск продукції у натуральному вимірі	тис. т/рік	6,0
Випуск продукції у вартісному вимірі	тис. грн/рік	312 276
Вартість основних виробничих фондів	тис. грн	20 500
Чисельність персоналу	осіб	16
Продуктивність праці	т/особу	375
Фондовіддача	грн/грн	15,23
Річний фонд заробітної плати з ЄСВ	тис. грн	5 080
Собівартість 1 тонни продукції	грн	43 372
Річний чистий прибуток	тис. грн	42 676
Рентабельність продукції	%	16,4
Термін окупності	років	0,48

Зведені техніко-економічні показники (таблиця 7.3) підтверджують економічну доцільність реалізації проєкту. Рентабельність 16,4 % перевищує середньогалузевий показник для харчової промисловості (10–12 %), а термін окупності 0,48 року (приблизно 6 місяців) свідчить про високу інвестиційну привабливість. Фондовіддача 15,23 грн/грн є значно вищою за мінімально допустиме значення (1,0 грн/грн), що підтверджує ефективне використання основних виробничих фондів [47, 48].

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розроблено технічну документацію для будівництва цеху з виробництва соусу томатного «Український» ТМ «Томатіно» продуктивністю 20 т/добу (6000 т/рік).

На підставі порівняльного аналізу трьох технологій виробництва обґрунтовано вибір способу виготовлення соусу з концентрованої томатної пасти (30 % сухих речовин), що забезпечує цілорічне виробництво, компактність технологічної лінії та помірні капітальні витрати. Місцем будівництва обрано промислову зону м. Дніпро (Дніпропетровська область), що зумовлено вигідним географічним розташуванням, розвиненою транспортною інфраструктурою та достатньою ємністю регіонального ринку.

Виконано детальні матеріальні розрахунки за стадіями технологічного процесу. Встановлено, що для виробництва 1 тонни готового продукту потрібно 381,5 кг томатної пасти, 90,0 кг яблучного пюре, 105,0 кг цукру, 20,0 кг солі, 8,0 кг оцтової кислоти, 4,0 кг прянощів та 408,6 кг води. Загальні виробничі втрати складають 1,7 % від маси завантаженої сировини.

Здійснено підбір основного та допоміжного обладнання для технологічної лінії продуктивністю 1250 кг/год. Основними апаратами є змішувач із паровою сорочкою ($V = 2,0 \text{ м}^3$), гомогенізатор плунжерний ($Q = 1500 \text{ л/год}$, $P = 20 \text{ МПа}$), трубчастий пастеризатор ($Q = 2000 \text{ л/год}$, $F = 12 \text{ м}^2$), дозувально-фасувальний автомат (60 банок/хв) та стерилізатор-охолоджувач стрічковий. Виконано тепловий розрахунок секції нагрівання пастеризатора: необхідна поверхня теплообміну становить $7,4 \text{ м}^2$, що менше за паспортне значення $8,0 \text{ м}^2$, тобто обраний апарат забезпечує заданий режим пастеризації.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.							74	
Н. Контр.								
Затверд.								

Розроблено систему автоматичного контролю та керування на базі ПЛК Siemens S7-1200 з автоматичним моніторингом трьох критичних контрольних точок (ККТ) відповідно до системи НАССР. Визначено заходи з охорони праці та охорони довкілля, що відповідають вимогам чинного законодавства. Передбачено локальні очисні споруди для промислових стічних вод.

Виконано компонування обладнання в одноповерховій виробничій будівлі 54×18 м. Загальна площа цеху становить 972 м², у тому числі виробнича площа 648 м², складські приміщення 216 м², допоміжні приміщення 108 м².

Організаційно-економічний розрахунок підтвердив доцільність реалізації проєкту. Повна собівартість 1 тонни продукції становить 43 372 грн, річний чистий прибуток складає 42 676 тис. грн, рентабельність продукції досягає 16,4 %, а термін окупності капіталовкладень не перевищує 6 місяців. Зазначені показники свідчать про високу економічну ефективність проєктованого виробництва.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Українець А. І., Калакура М. М., Романенко Л. Ф. та ін. Загальні технології харчових виробництв : підручник. Київ : Університет «Україна», 2010. 814 с.
2. ДСТУ 8081:2015. Консерви. Приправи і соуси овочеві та овоче-фруктові. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
3. Флауменбаум Б. Л., Безусов А. Т., Сторожук В. М., Хомич Г. П. Технологія консервування : підручник. Одеса : Друк, 2006. 400 с.
4. Gould W. A. Tomato Production, Processing and Technology. 3rd ed. Baltimore : CTI Publications, 1992. 550 p.
5. Porretta S. (ed.). Tomato Chemistry, Industrial Processing and Product Development. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2019. 335 p. DOI: 10.1039/9781788016247.
6. Gao R., Wu Z., Ma Q., Lu Z., Ye F., Zhao G. Effects of Breaking Methods on the Viscosity, Rheological Properties and Nutritional Value of Tomato Paste. Foods. 2021. Vol. 10, No. 10. Article 2395. DOI: 10.3390/foods10102395.
7. Andreou V., Dimopoulos G., Katsaros G., Taoukis P. Comparison of the application of high pressure and pulsed electric fields technologies on the selective inactivation of endogenous enzymes in tomato products. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2016. Vol. 38. P. 349–355. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.07.026.
8. Tomas M., Beekwilder J., Hall R. D., Sagdic O., Boyacioglu D., Capanoglu E. Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants. Food Chemistry. 2017. Vol. 220. P. 51–58. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.09.201.

					5-ТЖзаоч.2026.181.002.В			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна схема	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.								
Перевір.							76	
Н. Контр.								
Затверд.								

9. Martínez-Hernández G. B., Boluda-Aguilar M., Taboada-Rodríguez A. et al. Processing, Packaging, and Storage of Tomato Products: Influence on the Lycopene Content. Food Engineering Reviews. 2016. Vol. 8, No. 1. P. 52–75. DOI: 10.1007/s12393-015-9113-3.

10. Vallverdú-Queralt A., Regueiro J., Rinaldi De Alvarenga J. F., Torrado X., Lamuela-Raventós R. M. Carotenoid Profile of Tomato Sauces: Effect of Cooking Time and Content of Extra Virgin Olive Oil. International Journal of Molecular Sciences. 2015. Vol. 16, No. 5. P. 9588–9599. DOI: 10.3390/ijms16059588.

11. Wu X., Yu L., Pehrsson P. R. Are Processed Tomato Products as Nutritious as Fresh Tomatoes? Scoping Review on the Effects of Industrial Processing on Nutrients and Bioactive Compounds in Tomatoes. Advances in Nutrition. 2022. Vol. 13, No. 1. P. 138–151. DOI: 10.1093/advances/nmab109.

12. Martínez-Huélamo M., Tulipani S., Estruch R. et al. The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study. Food Chemistry. 2015. Vol. 173. P. 864–872. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.156.

13. Koocheki A., Ghandi A., Razavi S. M. A. et al. The rheological properties of ketchup as a function of different hydrocolloids and temperature. International Journal of Food Science and Technology. 2009. Vol. 44, No. 3. P. 596–602. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01868.x.

14. Valencia C., Sánchez M. C., Ciruelos A. et al. Linear viscoelasticity of tomato sauce products: influence of previous tomato paste processing. European Food Research and Technology. 2002. Vol. 214. P. 394–399. DOI: 10.1007/s00217-002-0501-6.

15. Wang Y., Sun P., Li H., Adhikari B. P., Li D. Rheological Behavior of Tomato Fiber Suspensions Produced by High Shear and High Pressure Homogenization and Their Application in Tomato Products. International Journal of Analytical Chemistry. 2018. Vol. 2018. Article 5081938. P. 1–12. DOI: 10.1155/2018/5081938.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Torbica A., Belović M., Mastilović J. et al. Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace. Food and Bioproducts Processing. 2016. Vol. 98. P. 299–309. DOI: 10.1016/j.fbp.2016.02.007.

17. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., БУХКАЛО С. І., КАПУСТЕНКО П. О., ОРЛОВА Є. І. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 576 с.

18. ПИВОВАРОВ П. П., ГОРАЛЬЧУК А. Б., РЯБЕЦЬ О. Ю. та ін. Теоретичні основи харчових технологій : підручник. Харків : ХДУХТ, 2019. 320 с.

19. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4th ed. Duxford : Woodhead Publishing, 2016. 1152 p.

20. Singh R. P., Heldman D. R. Introduction to Food Engineering. 5th ed. San Diego : Academic Press, 2014. 900 p.

21. МАЛЕЖИК І. Ф., ЗАВ'ЯЛОВ В. Л., ШЕВЧЕНКО О. Ю. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник. Київ : НУХТ, 2021. 419 с.

22. МИРОНЧУК В. Г., ГУЛИЙ І. С., ПУШАНКО М. М. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : підручник. Вінниця : Нова книга, 2007. 648 с.

23. ТЕЛИЧКУН В. І., ТЕЛИЧКУН Ю. С., ГУБЕНЯ О. О. Технологічне обладнання харчових виробництв : навч. посібник. Київ : Сталь, 2023. 340 с.

24. ЧЕРЕВКО О. І., ПОПЕРЕЧНИЙ А. М. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник. 2-ге вид. Харків : Світ Книг, 2014. 495 с.

25. CFT Group (CFT S.p.A.) : офіційний сайт виробника обладнання для переробки томатів та фасування соусів. URL: <https://www.cft-group.com/> (дата звернення: 04.03.2026).

26. JBT FoodTech : офіційний сайт виробника обладнання для переробки томатів. URL: <https://www.jbtc.com/foodtech/products-and-solutions/solutions/tomato-processing/> (дата звернення: 04.03.2026).

27. Robertson G. L. Food Packaging: Principles and Practice. 3rd ed. Boca Raton . CRC Press, 2013. 733 p.

5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ					Арк.
					78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

28. ДСТУ 2118-93. Консерви. Соуси томатні. Загальні технічні умови (ГОСТ 17471-93, IDT). [Чинний від 1995-01-01; скасований з 2026-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994.

29. ДСТУ 5081:2008. Продукти томатні концентровані. Загальні технічні умови. [Зі зміною № 2]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008.

30. ДСТУ 7612:2014. Томати свіжі для промислового перероблення. Технічні умови. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.

31. ДСТУ 4623:2023. Цукор. Технічні умови. [Чинний від 2023-11-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023.

32. ДСТУ 3583-97 (ГОСТ 13830-97). Сіль кухонна. Загальні технічні умови. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1998.

33. ДСТУ 2450:2006. Оцти з харчової сировини. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007.

34. ДСТУ ISO 959-1:2008. Перець (*Piper nigrum* L.) горошком чи змелений. Технічні умови. Частина 1. Чорний перець (ISO 959-1:1998, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц.

35. ДСТУ 4518:2008. Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила. [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц.

36. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT). [Чинний від 2021-09-01]. Вид. офіц.

37. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1998. № 19. Ст. 98. (Із змінами).

38. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі (для спеціальності «Харчові технології») : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 376 с.

39. НПАОП 15.3-1.19-98 (ДНАОП 15.3-1.19-98). Правила охорони праці для плодоовочевих переробних підприємств. Київ, 1998.

					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ, 1999.

41. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ, 1999.

42. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посібник. 5-те вид. Київ : Знання, 2007. 422 с.

43. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології : підручник. Київ : Вища школа, 2001. 358 с.

44. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546. (Із змінами).

45. Гончаренко Б. М., Ладанюк А. П. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій : підручник. Київ : НУХТ, 2014. 340 с.

46. ДБН В.2.2-12-2003. Будинки і споруди. Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. [Чинний від 2004-04-01]. Вид. офіц.

47. Бойчик І. М. Економіка підприємства : підручник. Київ : Кондор-Видавництво, 2016. 378 с.

48. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. С. Ф. Покропивного. 2-ге вид. Київ : КНЕУ, 2001. 528 с.

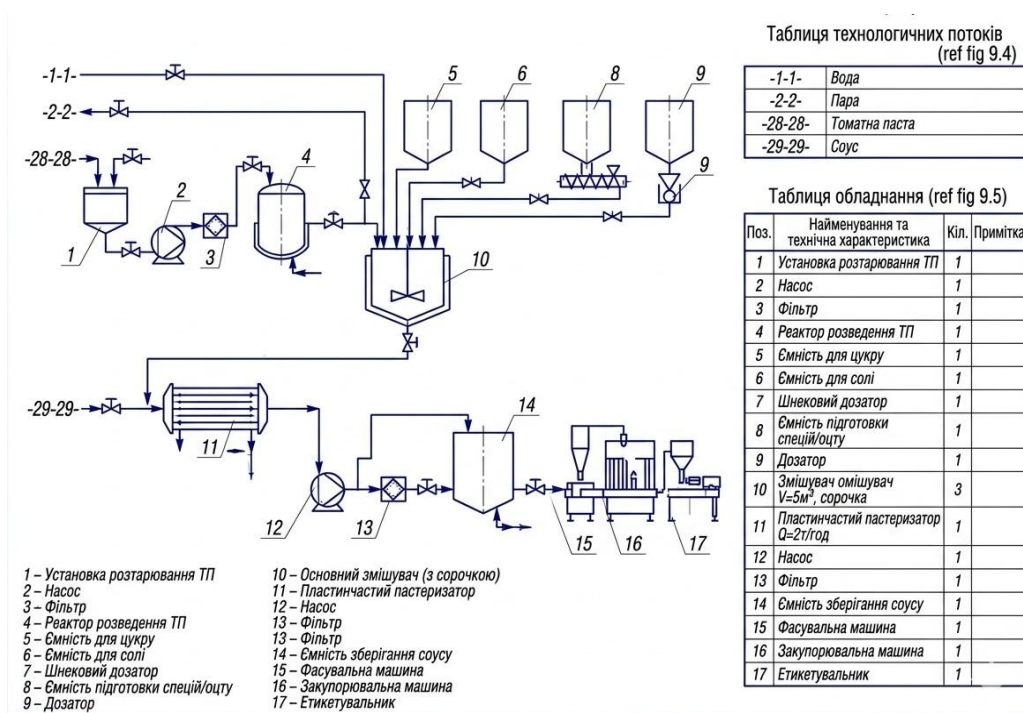
					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

Креслення технологічної схеми виробництва соусу томатного «Український»

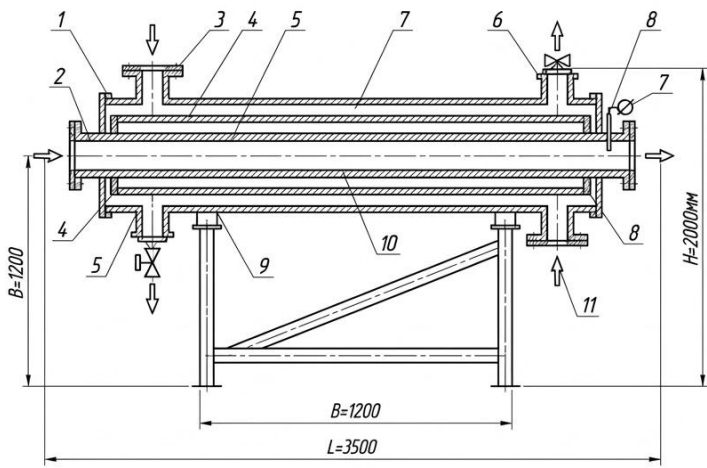
ТМ «Томатіно»



					5-ТЖзаоч.2026.181.003.П			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пастеризатор			
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушіє	
						81		

Додаток Б

Креслення загального виду трубчастого пастеризатора



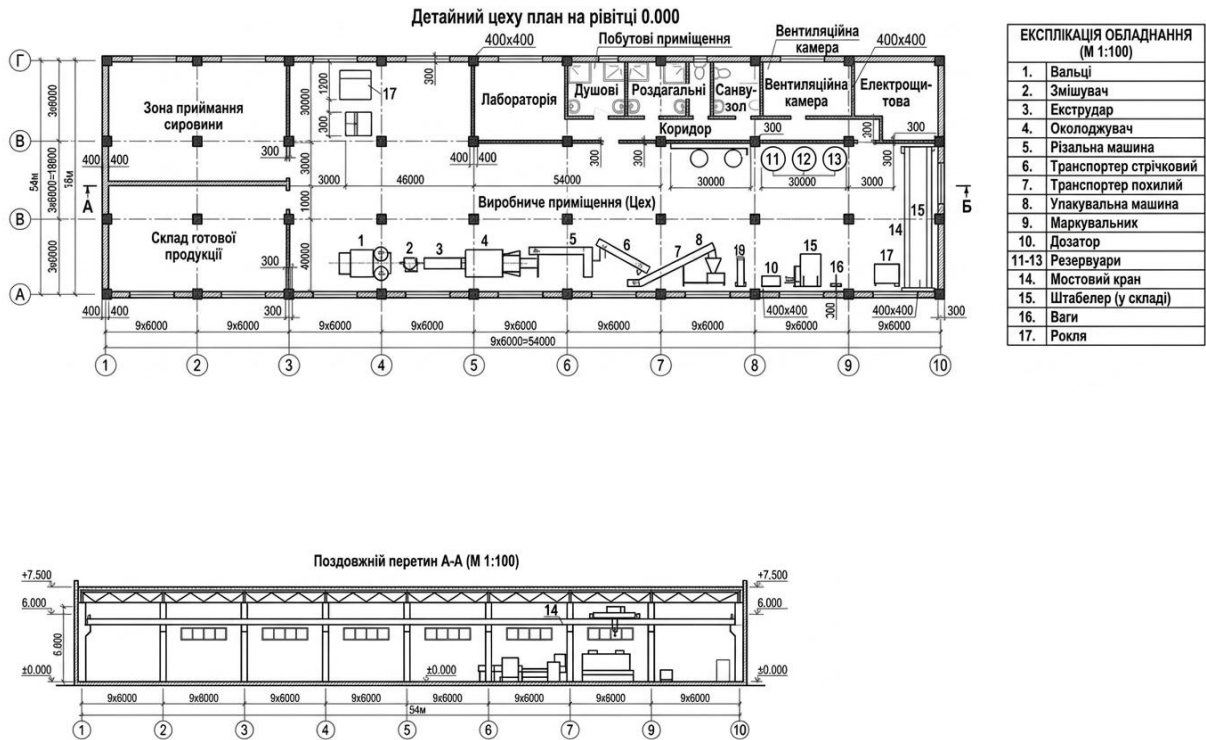
Технічна характеристика	
1. Продуктивність, кг/год	3000
2. Температура пастеризації, °C	90-95
3. Час витримки, с	20-30
4. Теплоносії	Пара / Гаряча вода
5. Тиск пари, МПа	0.3-0.5
6. Температура охолодження, °C	15-20
7. Маса, кг	1200
8. Масштаб креслення	1:5

Специфікація складових частин		
Поз.	Найменування	Кіл.
1	Зовнішня труба (кажух) D=108мм	1
2	Внутрішня труба, d=57мм	1
3	Патрубок входу продукту	1
4	Патрубок виходу продукту	1
5	Патрубок виходу конденсату	1
6	Патрубок входу пари	1
7	Секція витримки	1
8	Датчик температури	1
9	Рама	1
10	Регенераційна секція	1
11	Запірна арматура (клапани)	3

					5-ТЖзаоч.2026.181.004.0			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Компонування обладнання			
Розроб.								
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.		Арк.	Акрушів
							82	

Додаток В

Креслення компонування обладнання у цеху



					5-ТЖзаоч.2026.181.001.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.							
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						83	