

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

доц. Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

проф. Гавва О.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Підвищення ефективності обладнання для фінішних операцій виробництва варених ковбас

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 5м

Фурса Ігор Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: доц. Доломакін Юрій Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2021 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навч.-науковий інженерно-технічний інст. ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг харчових виробництв»

(назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Гавва О.М.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Фурса Ігор Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності обладнання для фінішних операцій виробництва варених ковбас

керівник роботи доц., к.т.н. Доломакін Ю.Ю.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” листопада 2021 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи 06 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; креслення обладнання; навчальна, нормативна, науково - технічна та спеціальна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): зміст, вступ, літературний огляд, техніко-економічне обґрунтування, апаратурно-технічна лінія, опис конструкції і вдосконалення обладнання, розробка і дослідження процесу виробництва варених ковбас з використанням високого тиску, розробка конструктивного рішення виробництва варених ковбас з використанням високого тиску, розробка конструктивного рішення установки для виготовлення варених ковбас з використанням високого тиску, розрахунки обладнання, монтаж, експлуатація і ремонт обладнання, охорона праці, охорона навколишнього середовища, розрахунок економічної ефективності роботи.

5. Перелік графічного матеріалу: Загальний вигляд кліпсатора Poly-clip FCA 3463 (1 аркуш), Привід кліпсатора (1 аркуш), технологічна схема кліпсування (1 аркуш).

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан питання, літературний огляд джерел інформації		
2	Техніко-економічне обґрунтування роботи		
3	Апаратурно-технологічна лінія, яка підлягає модернізації		
4	Опис конструкції та вдосконалення обладнання.		
5	Розробка і дослідження процесу виробництва варених ковбас з використанням високого тиску		
6	Розробка конструктивного рішення установки для виготовлення варених ковбас з використанням високого тиску		
7	Розрахунки обладнання		
8	Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання		
9	Охорона праці		
10	Охорона навколишнього середовища		
11	Розрахунок економічної ефективності роботи		

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Фурса І.В.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Доломакін Ю.Ю.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Магістерський проект містить інформацію про шприц двохшнековий ФШ2–А, кліпсатор фірми Poly–Clip System FCA 3463 – пристрій для накладення скріпок (кліпс) на ковбасні вироби, наповнені в різні види оболонки різного діаметру (від 40 до 120 мм). Він порівнюється з ручними кліпсаторами КН–3С і КН–8р, напівавтоматичним кліпсатором КН–24п, автоматичним кліпсатором КН–32 фірми КОМПО і кліпсатором DCA–Е 200 фірми Technopak.

Метою магістерської роботи є модернізація кліпсатора Poly–Clip FCA 3463, розрахунок кінематичних і силових параметрів приводу. Також в магістерській роботі показуються вимоги щодо експлуатації кліпсатора, правила його монтажу та заходи з охорони праці і техніки безпеки.

До магістерської роботи входять: 85 рисунків, 21 таблиця, технічні характеристики шприців, кліпсаторів, експериментальної установки, висновки, список використаної літератури, 11 креслень формату А1 – креслення загального виду шприца, деталювання шприца, креслення загального виду кліпсатора, креслення приводу кліпсатора, креслення технологічної схеми кліпсування, креслення експериментальної установки, 3 креслення графіків експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** ковбаса, кліпсатор, високий тиск, шприць, ковбасний батон

## Summary

Magister project to revege information about the double-screw syringe FSh2-A, the clipsator of the Poly-Clip System FCA 3463 - attachment for the application of scraps (clips) on sausages, similarly in the size of 40 mm shells up to 120 mm You can try with manual clamps KN-3S and KN-8r, automatic clamps KN-24p, automatic clamps KN-32 from KOMPO and clippers DCA-E 200 from Technopak.

By means of magister project modernization of the Poly-Clip FCA 3463 clipper, the development of kinematic and power parameters in the drive. Also, in the magister project it appears that you can use the clipsator, the rules for its installation and go in to protect the work and the technology of safety.

Before the magister project include: 85 drawing, 21 tables, technical characteristics of syringes, clips, experimental installation, attachments, a list of vicistories, 11 A1-format drawings - drawings for the rear view of the syringe, drawings for the syringe, type of drawings diagrams of lipping devices, drawings of the experimental installation, 3 armchairs of graphs of experimental research.

**Key words:** sausage, clipper, high pressure, syringe, sausage loaf

## Зміст

Анотація.....	стор. 2
Зміст.....	стор. 3
Вступ .....	стор. 4
1. Стан питання, літературний огляд джерел інформації.....	стор. 6
2. Техніко–економічне обґрунтування роботи.....	стор. 27
3. Апаратурно–технологічна лінія, яка підлягає модернізації.....	стор. 36
4. Опис конструкції та вдосконалення обладнання.....	стор. 46
5. Розробка і дослідження процесу виробництва варених ковбас з використанням високого тиску.....	стор. 57
6. Розробка конструктивного рішення установки для виготовлення варених ковбас з використанням високого тиску.....	стор. 95
7. Розрахунки обладнання.....	стор. 98
8. Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання.....	стор. 115
9. Охорона праці.....	стор. 132
10. Охорона навколишнього середовища.....	стор. 139
11. Розрахунок економічної ефективності роботи.....	стор. 140
Загальні висновки.....	стор. 150
Список використаної літератури.....	стор. 151

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Зміст</b>		
<i>Розроб.</i>		Фурса					
<i>Перевір.</i>		Доломакін					
<i>Рецензент</i>							
<i>Н.Контр.</i>							
<i>Затвердив</i>					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						3	
					<b>МАХФВ ОХ-2-5М</b>		

## Вступ

Харчова промисловість – одна із провідних галузей економіки України. Розвиток харчової промисловості потребує подальшої інтенсифікації технологічних процесів, зменшення витрат палива, електроенергії на їх здійснення, витрат металів та інших конструкційних матеріалів на виготовлення машин і апаратів.

Технічна база підприємств харчової промисловості за останні роки інтенсивно оновлюється. Поряд з обладнанням, змонтованим в попередні роки, з'явилися зразки обладнання, виготовлені українськими машинобудівними заводами, поставлені зарубіжними фірмами, сумісними підприємствами. У процесі модернізації обладнання найбільший економічний ефект дають ті рішення, які спрямовані на раціональне використання сировини і матеріалів, впровадження матеріалозберігаючої техніки та технології.

Головним важелем інтенсифікації економіки країни на сьогодні є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нових поколінь і нових технологій, що забезпечують високу продуктивність і ефективність виробництва. Наразі ставиться завдання, яке передбачає забезпечення технічного переоснащення підприємств на основі сучасних досягнень науки і техніки.

Випуск високоякісної харчової продукції можливий лише за умов використання сучасних видів технологічного обладнання. Досягнення високих технічних показників його робіт забезпечується знанням суті фізико-хімічних процесів, які відбуваються на різних стадіях виробництва, будови технологічного обладнання та прийомів раціональної його експлуатації.

У харчовій промисловості отримання продукту методом формування зустрічається практично в усіх галузях. Для класифікації різноманітного технологічного оформлення процесу розрізняють такі способи формування:

- 1) шляхом пресування з метою надання напівфабрикату певної щільності та форми (наприклад, для отримання цукру–рафінаду);
- 2) шляхом штампування з метою надання напівфабрикату певної форми (отримання тістових заготовок для печива);
- 3) шляхом екструзії, тобто видавлювання з подальшим поділом напівфабрикату на окремі вироби (отримання макаронних виробів);
- 4) шляхом округлення та розкочування (обробка батоноподібних тістових напівфабрикатів у хлібопекарській промисловості).

У м'ясній промисловості поширений метод формування шляхом екструзії. За допомогою нього виробляються ковбасні вироби. Процес формування

Підвищення ефективності обладнання для фінішних операцій виробництва варених ковбас				
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата
Розроб.	Фурса			
Перевір.	Доломакін Ю			
Рецензент				
Н.Контр.				
Затвердив				

Вступ			Лім.	Арк.	Аркушів
				4	161
			МАХФВ НУХТ ОХ2-5М		

складається із утворення під тиском суцільного джгута з продукту, який потім поділяється на окремі вироби. Надлишковий тиск досягається за допомогою таких способів нагнітання, як шнековий, валковий, поршневий, лопатевий, шестеренний.

Вибір нагнітача великою мірою визначає якість виробів. Він залежить від властивостей матеріалу, що обробляється, і вимог до кінцевого продукту. Шнекові нагнітачі отримали широке розповсюдження через такі позитивні особливості: утворення постійного, без пульсацій, тиску, можливість під час нагнітання одночасного проведення додаткових технологічних операцій – перемішування, видалення включень повітря, подрібнення. Для якісної роботи шнеків має значення підбір матеріалів пари шнек – корпус. Вони повинні бути такі, щоб тертя матеріалу по внутрішній поверхні корпусу було більше ніж його тертя по лопаті шнека. Тоді матеріал буде рухатись вздовж камери, а не обертаючись разом зі шнеком.

У м'ясній промисловості процес кліпсування здійснюється за допомогою ручних, напівавтоматичних та автоматичних кліпсаторів. Кліпсатори виготовляються вітчизняними фірмами – типу Л5–ФФС (30 циклів за хвилину) або закордонними фірмами – Poly–Clip System, Компо, Technopak, Vemag.

Основна задача технології використання високого тиску полягає в тому, щоб отримати з білкових та інших харчових речовин повноцінну, привабливу їжу з тривалим терміном зберігання. Харчові технології з використанням високого тиску представляють безперечні зручності покупцям: стерилізовані високим тиском основні продукти харчування зберігають колір, запах, консистенцію, структуру, як це спостерігається в продуктах, які пройшли теплову обробку, або заморожування.

					<b>Вступ</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

## 1. Стан питання, літературний огляд джерел інформації

Варені ковбаси з однорідним фаршем є найбільш розповсюдженими м'ясними продуктами. Об'єм їх виробництва складає близько 75 % від загальної кількості виготовлених вітчизняною промисловістю м'ясних виробів. Тому першочергова стабілізація якості потрібна саме цій асортиментній групі м'ясопродуктів. Варені ковбаси з однорідним фаршем вищого гатунку (лікарська, столична, останкінська) мають термін зберігання при температурі від 0 до 8 °С і відносній вологості 75–85 % не більше 72 годин, а ковбаси першого, другого, третього гатунку – 48 годин з моменту закінчення технологічного процесу при використанні звичайних ковбасних оболонок. Можливість зберігання ковбасних виробів забезпечується введенням консервантів, антисептиків, випуском їх зі зниженою вологістю. Це знижує харчову цінність та споживчу якість продукту. В наш час відсутні технології виробництва варених ковбас, які забезпечують стабільно високу якість ковбас і тривалий термін їх зберігання. Задоволення збільшення потреб населення до більш здорового життя потребує нових екологічно чистих технологій, які максимально зберігають натуральні компоненти продуктів, їх смакові та ароматизуючі складові. Задоволення зростаючих потреб населення потребує нових екологічно чистих технологій, які максимально зберігають натуральні компоненти продуктів, їх смакові та ароматизуючі складові.

Світова сучасна практика зберігання й поліпшення якості продуктів напрацювала принципіально нову технологію обробки харчових продуктів методом використання високого тиску.

В багатьох країнах США, Західної Європи, Японії вже розроблені технології обробки продуктів, що знайшло відображення в наукових працях закордонних вчених: Ледлі К., Ройер Г., Вільсон Д., Карльз А., Чефтел Дж. Ц., Росек Дж. Та інші. З вчених України і країн СНД можна виділити: Косого В.С., Туменова С., Сукманова В., Шаталова В. Розвиток технології з використання високого тиску відкриває перспективи для придання нових корисних якостей харчовим продуктам; збереження в процесі обробки високим тиском харчових матеріалів, а також їх натурального запаху, кольору, текстури без явних втрат вітамінів та мікроелементів. Окрім цього, при подібній обробці проходять функціональні зміни в характеристиках протеїнів і складних вуглеводів, що приводить до зросту харчової цінності продуктів. Широке впровадження в практику технології обробки продуктів споживання високого тиску в цілому, і варених ковбас зокрема, ускладнено відсутністю механізму дії високого тиску на мікрофлору продукту. Також відсутні реологічні та теоретичні моделі, які описують дані процеси, не досліджені термодинамічні характеристики варених ковбас при їх обробці високим тиском. Недостатньо досліджені енергетичні

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Стан питання, літературний огляд</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>							6	
<i>Перевір.</i>						<b>МАХФВ ОХ-2-5М</b>		
<i>Рецензент</i>								
<i>Н.Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

аспекти процесу виготовлення ковбас з приміненням високого тиску, споживчі властивості ковбас, оброблених високим тиском.

### Існуючі технологічні процеси виробництва ковбас

Ковбасні вироби відносяться до основного виду м'ясної продукції. Велике значення і поширення ковбасних виробів пояснюється їх високою харчовою цінністю, калорійністю, можливістю використання без допоміжної кулінарної обробки, здатністю до більш або менш тривалому зберіганню та транспортуванню.

В зв'язку з підвищенням цін на м'ясну сировину, складністю пов'язаною з її закупкою, а також низькою платеспроможністю населення, виробники повинні збільшити випуск більш дешевих варених ковбасних виробів без погіршення їх якості, і з тривалим терміном зберігання. З допомогою традиційної технології досягти значного збільшення термінів зберігання варених ковбас з однорідним фаршем, сосисок та сардельок не вдається.

Для виробництва варених ковбас з однорідним фаршем використовують яловичину, свинину, баранину, м'ясо птиці та інші види м'яса в парному, охолодженому, підмороженому та замороженому виді, субпродукти 1–ої, 2–ої категорії, відпресовану м'ясну масу, білкові препарати (кров, плазму крові, козенаїти, ізольовані та концентровані соєві білкові препарати), а також пшеничну муку, крохмал, молоко, яйцепродукти, сіль спеції та різноматні добавки.

Виготовлення варених ковбас з однорідним фаршем складається з наступних стадій: попередня подрібнена м'ясна сировина; закол і дозрівання м'яса; тонке подрібнення та заготовлення фаршу; шприцювання фаршу в оболонку; зав'язка батонів та навіска їх на раму; теплова обробка (обсмажка, варка та охолодження); зберігання та пакування.

Кількість води, яка додається при виготовленні фаршу, залежить від складу сировини і складає 15...30 % від маси кутерованої сировини. Для зниження температури фаршу рекомендується замінювати воду льодом частково або повністю. Наповнення ковбасних кишкових та штучних оболонок фаршем виконують на пневматичних, гідравлічних або механічних вакуумних шприцах при залишковому тиску 8 кПа. Останнім часом широко використовуються штучні полімерні оболонки і їх формування виконується за допомогою кліпсаторів. На більшості м'ясокомбінатів України, в тому числі на Київському Русанівському, Донецькому, Луганському м'ясокомбінатах, при виробництві варених ковбас з однорідним фаршем використовуються оболонки, які виготовляються компанією «Атлантик–Пак» – виробником пластикової упаковки для м'ясної і молочної промисловості.

Оболонки АМІФЛЕКС тип Т, АМІФЛЕКС тип Тко, АМІФЛЕКС тип Т Синюга, АМІФЛЕКС тип Тко Синюга, АМІФЛЕКС тип Т Стрейч – бар'єрні багатошарові пластикові оболонки, виготовлені по ТУ 2290–010–27147091–2000 Оболонка ковбасна. «АМІФЛЕКС» також призначений для виробництва, транспортування та зберігання продукції ковбасного виробництва, в тому числі і варених ковбас з однорідним фаршем. Серед умов даних оболонок можна

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						7
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

виділити наступні: висока еластичність разом з термоусадочними властивостями, низька проникність для кисню та водяних парів, виготовлюваних за ГОСТ Р52196–2003 «Вироби ковбасні варені. Технічні умови», висока термостійкість, оболонка не піддається мікробіологічному псуванню, тому що матеріали, з яких виготовляється оболонка, інертні до дії бактерій та пліснявих грибків. З метою зменшення ризику бульйоно–жирових набряків та покращення зовнішнього виду продукції рекомендується наповнення оболонок виконувати з 10 % переповненням. Термообробка ковбас в даних оболонках заключається у варінні та охолодженні. Стадії підсушування оболонки і обжарювання можуть бути виключені з технологічного процесу.

Оболонка АМІЛАН виготовляється по ТУ 2290–012–27147091–2003 Оболонка ковбасна. «Амілайн» являє собою семишарову пластикову оболонку, яка володіє всіма вище перерахованими якостями. Оболонки АМІТЕКС тип ЕЛІТА–С – семишарова пластикова оболонка, яка виготовляється по ТУ 2290–015–27147091–2004 Оболонка ковбасна «Амітекс».

Батони сирих ковбас в натуральній оболонці нашприцьовані без використання вакууму, піддають короточасному осадженню (для підсушування оболонки та ущільнення фаршу) напротязі 2–4 годин при 0...4 °С.

В стаціонарних камерах батони обсмажують при температурі 90...100 °С напротязі 60...140 хвилин. Обсмажені батони варять паром в пароварочних камерах або у воді при температурі 75...85 °С до досягнення температури в центрі батона 70 °С. Після варіння ковбаси охолоджують під душем холодною водою напротязі 10 хвилин, а потім в камері при температурі не вище 8 °С та відносній вологості повітря 95 % до досягнення температури в центрі батона не вище 15 °С.

### **Використання високого тиску для підвищення якості харчових продуктів і збільшення строків їх зберігання**

Використання високого тиску для зберігання харчових продуктів не є новою ідеєю. В 1895 році Н. Роуер вперше описав методику використання високого тиску для знищення бактерій.

Декількома роками пізніше (в 1899 році) В. Ніте повідомив, що обробкою тиском в 450 МПа або більше можна збільшити термін зберігання молока до 4 діб. Він же в 1914 році повідомив про безпосередню дію високого тиску на мікроорганізми в різних харчових продуктах.

Дослідники Chlоррin і Tamman підтвердили висновки Ніте про дію високого тиску на мікроорганізми, а в 1912 році Bridgman передбачив поведінку об'ємних фрагментів макромолекул в компресованих рідких середовищах. В якості доведення він використовував виведення термодинамічного рівняння, яке в більшій мірі схоже на рівняння Арреніуса:

$$\left[ \frac{d \ln(k)}{dp} \right] = \frac{\Delta V}{R \cdot T} \quad (1.1)$$

$$\left[ \frac{d \ln(k)}{dT} \right] = \frac{E_0}{R \cdot T} \quad (1.2),$$

де  $p$  – тиск, МПа;  $\Delta V$  – об'ємна константа,  $10^{-2} \cdot \text{м}^3/\text{моль}$ ;

					<b>Стан питання, літературний огляд</b>	<i>Лист</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$T$  – температура, К;  $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$  – універсальна газова стала;  
 $E_0$  – енергія активації, Дж/моль.

Рівняння (1.1) показує зв'язок між змінами тиску і швидкістю хімічної реакції в досліджуваному середовищі. Об'ємна константа  $\Delta V$  може мати додатне або від'ємне значення і визначає знак зміни швидкості реакції при зростанні тиску.

Технологія обеззаражування високим тиском включає в себе всі переваги звичайної теплової обробки гарячою водою або парою, але без зв'язаних з цим явищ вилужування, втрати поживності і органолептичних характеристик харчових продуктів, а також забруднення навколишнього середовища.

В наш час існують окремі експериментальні дані про поведінку основного компонента фаршу варених ковбас з однорідним фаршем – м'яса під тиском.

В діапазоні тисків від 10 до 100 МПа при різанні попередньо обробленого тиском замороженого м'яса відбувається зниження енерговитрат. Мікроструктурний аналіз показав, що під дією тиску пресування проходить часткове руйнування м'язових волокон і рекристалізація сировини по всьому об'єму з одночасним ущільненням структури м'язової тканини.

Обробка яловичини під тиском 85 МПа впродовж 3 хвилин забезпечує найбільше збільшення загального вмісту вільних амінокислот зразу після обробки тиском на будь-якій стадії зберігання. Ефект збільшення сили зв'язування частинок подрібненого м'яса досягає максимуму при вмісті солі 3% і дії тиску 50 МПа.

В описаному діапазоні тисків починається ефект залежності температури переохолодження м'ясної тканини від тиску. Максимальне переохолодження починається з тиску 98,1 МПа.

В діапазоні тисків від 100 до 1000 МПа зміни, які виникають у м'язовій тканині при дії тиску, обумовлені змінами властивостей двох її основних компонентів: білків і води, які складають 16,5–20,9% і 72–80% відповідно. В переважній більшості випадків вода в кількісному і якісному відношенні визначає, як властивості продукту, так і характер протікання цілого ряду технологічних процесів. Так, аналіз кінетики величини коефіцієнта об'ємного стиснення показав, що в зоні пружних деформацій фаршу вона має постійний характер. Зі збільшенням тиску вона зменшується і досягає величини, притаманній воді, бо в м'ясному фарші її вміст доходить до 75%. Тому зміни властивостей води, яка є невід'ємною частиною харчових продуктів, викликають великий інтерес.

При тиску більше 1000 МПа вода перетворюється в лід високого тиску з густиною, яка перевищує густину води, і цей перехід супроводжується стрибками в біологічних ефектах, тому такий тиск в харчових технологіях не використовується.

### **Існуючі методи стабілізації якості варених ковбас і строків їх зберігання**

Властивості харчової продукції складають її об'єктивну особливість. До властивостей харчової продукції, які визначають їх користь і здатність задовольняти потреби людини в харчуванні відносяться: поживність (хімічний склад, енергетична здатність, біологічна та фізіологічна цінність, засвоєння),

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						9
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

фізичні та смакові властивості (зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах), харчова нешкідливість, готовність до використання і зберігання. В свою чергу, оцінка властивостей харчової продукції після дії на неї високим тиском, багато в чому схожа на традиційно використовувані методи оцінки, які використовуються після теплової обробки.

При визначенні якості харчових продуктів враховують такі показники, як енергетична цінність продукту (визначена за масовою часткою засвоюваних білків, жирів та вуглеводів), біологічна цінність (характеризована масовою часткою незамінних амінокислот, жирних кислот, вітамінів, мінеральних солей та інших біологічно активних з'єднань), органолептичні властивості (форма, зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах та смак продукту). Якість продукту в цілому рівна сумі всіх показників з врахуванням коефіцієнта значимості кожного з них. Об'єктами фізичних методів визначення якості є: реологічні характеристики, оптичні властивості.

Мікробіологічні методи досліджень харчових продуктів, оброблених методом обробки продуктів харчування високим тиском, використовуються при встановленні наявності хвороботворних та інших мікробів, шкідливих для організму людини та прискорюючих псування продуктів при зберіганні.

До найбільш складної групи продуктів, які важко піддаються повній стерилізації в умовах високого тиску, відносяться ряд продуктів, в тому числі і варені ковбаси з однорідним фаршем. Вони характеризуються значною часткою вологи, яка забезпечує високу активність біохімічних процесів. Наявність в цих продуктах води та інших харчових компонентів забезпечують умови для подальшого розвитку мікрофлори та відносяться до товарів, які швидко псуються.

Харчові продукти – чудове середовище для росту патогенних бактерій, які можуть викликати різні захворювання у людей. Якість і термін зберігання харчових продуктів залежить в значній мірі від природи забруднюючих мікроорганізмів. Для зберігання мікробіологічної безпеки харчів використовується ряд методів, серед яких – технологія обробки продуктів харчування високим тиском.

Продукти, які швидко псуються, звичайно захищають від дії шкідливих мікроорганізмів шляхом консервування, чим забезпечується зберігання харчової цінності продукту і його якості.

Використовувані методи консервування залежать від виду і властивостей сировини, від призначення продукту. В наші часи використовують фізичні, фізико-хімічні, хімічні і біохімічні методи консервування. Вибір і застосування методів консервування харчових продуктів визначається їх впливом на вихідну сировину і якість отриманого продукту.

Основу цих методів до теперішнього часу склали термообробка (пастеризація, стерилізація) і заморожування. В деяких випадках використовуються системи зневоднення, а також обробка ультрафіолетовими променями, ультразвуком і іонізуючими випромінюваннями.

Проведення реологічних досліджень неможливе без побудови механічних моделей для опису механічної поведінки досліджуваних матеріалів. Дані методи

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						10
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

спрощують отримання математичних залежностей між напруженням, деформацією і часом.

Відомі три найпростіші моделі ідеалізованих матеріалів: ідеально пружне тіло (Гука) – енергія, витрачена на деформацію пружини накопичується і може бути повернута при розвантаженні; ідеально в'язка рідина (Ньютона) – демпфер, який складається із поршня з отворами, і який переміщується в циліндрі з рідиною і опір переміщенню поршня пропорційний його швидкості; ідеально пластичне тіло (Сен–Венана) – дві притиснуті одна до одної пластини, при відносному переміщенні яких між ними виникає постійна сила тертя, яка не залежить від нормальної сили, рух не починається, поки напруження зсуву не перевищить деякого критичного значення – границі текучості (граничного напруження зсуву), після чого елемент може рухатися з будь-якою швидкістю.

Для того, щоб описати реологічну поведінку складного тіла в залежності від властивостей його компонентів, з'єднують в різних комбінаціях (паралельно чи послідовно) розглянуті вище найпростіші моделі.

Основними складними моделями є пружно–пластичне тіло; в'язкопружні тіла Кельвіна–Фойгта і Максвелла; в'язкопластичні тіла Бінгама, Шведова і Шведова–Бінгама.

### **Енергетична оцінка процесу виробництва варених ковбас з з використанням високого тиску**

Однією з найважливіших характеристик будь-якого технологічного процесу є енерговитрати на його реалізацію.

В зв'язку з тим, що обробка продуктів харчування високим тиском в даний час розглядається як альтернативний спосіб, який може замінити термічні методи обробки і при цьому забезпечити збереження ферментно–вітамінного комплексу і підвищить їх термін зберігання, були проведені порівняння енерговитрат на обробку продуктів харчування, як з використанням температури, так і використанням високого тиску.

Технологічні процеси можливі при підведенні додаткової енергії до об'єкту або створенні умов для виділення внутрішньої енергії. Тобто, рушійною силою процесу є зміна енергії речовини.

Термодинамічне поняття внутрішньої енергії – це величина, перетворення якої в процесі, дорівнює зв'язаній системі – теплоті, складеної з роботою, створеної над системою зовнішніми силами.

За першим законом термодинаміки зміна внутрішньої енергії замкнутої системи  $\Delta U$  визначається у вигляді:

$$\Delta U = Q_T^T + A_P^T \quad (1.3),$$

де  $Q_T^T$  – кількість теплоти, віддана системі;

$A_P^T$  – робота, здійснена над системою.

Внутрішня енергія речовини є енергією молекул речовини. В звичайних термодинамічних процесах змін зазнає кінетична і потенціальна частини внутрішньої енергії. Перша – залежить від швидкості руху молекул

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						11
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

(поступального, обертального, коливального), а також від енергії внутрішньомолекулярного коливального руху атомів та атомних груп, які складають молекули, та енергії обертання електронів в атомах. Друга – обумовлена наявністю сил взаємодії між молекулами та відстанню між ними.

Повну величину внутрішньої енергії речовини визначити не можливо, тому що невідома її величина при 0 К.

Відповідно до кінетичної теорії матерії, при передачі енергії за допомогою теплоти, змінюється кінетична частина внутрішньої енергії, і це супроводжується зміною температури тіла, а при передачі роботою, змінюється потенціальна частина, що відображається у видимих і невидимих деформаціях.

При передачі енергії роботою, виникає внутрішнє тертя, яке називається в'язкістю. У в'язкопластичних матеріалах в'язкість обумовлена силами когезії між молекулами і являє собою тертя між шарами матеріалу при русі їх відносно один одного. Відповідно до другого закону Ньютона:

$$dP = -\eta \cdot \frac{dU}{dx} \cdot dF \quad (1.4),$$

де  $dP$  – сила внутрішнього тертя, яка діє на елементарну площу  $dF$  м<sup>2</sup> поверхні шару, Н;

$\frac{dU}{dx}$  – градієнт швидкості руху шарів в напрямку  $x$ , перпендикулярному до поверхні шару, м/с;

$\eta$  – коефіцієнт внутрішнього тертя, який чисельно дорівнює силі тертя  $H$  між двома шарами з площею, рівною 1 м<sup>2</sup>, при градієнті швидкості рівній 1 м/с.

Дана в'язкість називається динамічною або першою в'язкістю. Вона проявляється при деформації чистого зсуву. При об'ємній деформації, яка виникає при стиску і розширенні матеріалу, виникають процеси, які намагаються відновити порушену рівновагу. Оскільки всі процеси необоротні, це веде до росту ентропії, тобто має місце розсіювання енергії за рахунок перетворення її в інші види енергії – дисипація енергії.

Величина дисипації енергії визначається другою в'язкістю (коефіцієнт другої в'язкості)  $\xi$ , яка залежить від тиску, температури та хімічної природи деформованого матеріалу.

Баланс енергії стиснутої неньютонівської системи описується диференціальним рівнянням:

$$\rho \cdot \frac{dU}{d\tau} = \varepsilon' + \text{div}(K \cdot \text{grad}T) - P \cdot \text{div}V + \Phi \quad (1.5),$$

де  $\frac{dU}{d\tau}$  – зміна внутрішньої енергії за час  $d\tau$ , Вт;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$T$  – абсолютна температура, К;

$P$  – тиск, який діє на систему, Па;

$V$  – об'єм рідини, м<sup>3</sup>;

$v$  – швидкість руху системи, м/с;

$K$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · К);

$\varepsilon'$  – кількість теплоти, яка потрапляє на одиницю об'єму матеріала за одиницю часу;

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						12
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$\Phi$  – диссипативна функція, яка визначається із рівняння:

$$\Phi = \eta \cdot \left\{ 2 \cdot \left[ \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_y}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 \right] + \left[ \left( \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \right)^2 \right] - \right\} \\ \left\{ -\frac{2}{3} \cdot (\operatorname{div} V)^2 \right\} + \xi \cdot (\operatorname{div} V)^2 \quad (1.6),$$

де  $\eta$  – коефіцієнт першої в'язкості;  $\xi$  – коефіцієнт другої в'язкості;

Порівняємо зміни внутрішньої енергії при різних методах обробки: традиційній – тепловій і обробці високим тиском.

При тепловій обробці енергія передається у вигляді теплоти. Робота зовнішніми силами не здійснюється. Із рівняння виходить:

$$\Delta U = Q_T^T = Q_T^\Phi + A_T^\Phi \quad (1.7)$$

Енергія, яка передана у вигляді теплоти, витрачається на збільшення кінетичної складової внутрішньої енергії, що відображається на зміні внутрішньої температури, і внаслідок теплового розширення має місце деформація, тобто зміна і потенціальної енергії.

Кількість переданої теплоти визначається по формулі:

$$Q_T^\Phi = m \cdot c \cdot \Delta T_T^\Phi \quad (1.8),$$

де  $c$  – теплоємність об'єкту Дж/кг · К;  $\Delta T_T^\Phi$  – градієнт температури, К.

Зі збільшенням температури виникає розширення речовини, тобто об'ємна деформація, і як наслідок, виникає внутрішній тиск. Робота, яка виконується при тепловому розширенні, визначається як:

$$A_T^\Phi = P_g \cdot \Delta V_T = P_g \cdot V_0 \cdot \alpha_v \cdot \Delta T_T^\Phi \quad (1.9),$$

де  $P_g$  – тиск, який виникає в тілі, тобто напруження від об'ємних деформацій, Па;

$\alpha_v$  – коефіцієнт об'ємного розширення,  $K^{-1}$ ;

$V_0$  – початковий об'єм об'єкта,  $m^3$ ;

$\Delta T_T^\Phi$  – градієнт температури, К.

З врахуванням рівнянь (1.8) і (1.9) рівняння (1.7) перетворюється в вигляді:

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T_T^\Phi - P_g \cdot V_0 \cdot \alpha_v \cdot \Delta T_T^\Phi \quad (1.10)$$

Кількість теплоти, переданої теплопровідністю:

$$Q^\Phi = -K \cdot \Delta T_T \cdot S_\tau \quad (1.11),$$

де  $K$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · К);

$\Delta T_T$  – градієнт температури, К;

$S_\tau$  – поверхня, по нормалі до якої передається теплота, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – час, за який передається дана кількість теплоти, с.

Кількість переданої теплоти можна збільшити шляхом:

- збільшення тривалості процесу, що приведе до зниження продуктивності;
- збільшення поверхні теплообміну, що потребує додаткової енергії для створення нових поверхонь (подрібнення);

- збільшення градієнта температури, що приведе до зниження якості термолабільних матеріалів.

Таким чином, при тепловій обробці термолабільних матеріалів, покращення одного з параметрів можливе тільки за рахунок погіршення іншого.

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						13
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Відповідно до першого закону термодинаміки величина тиску може бути зменшена за рахунок деякого збільшення температури процесу. Ця обставина є цікавою для розробки технологічних процесів, які потребують достатньо великих значень тиску (800...1000 МПа).

Розглянемо випадок одночасної зміни внутрішньої енергії продукту за рахунок передачі енергії теплотою  $Q_T^T$  і роботою  $A_P^T$ .

При одночасній дії температури і тиску процес описується рівнянням:

$$A_P^T = P_P \cdot \Delta V_P^T = A_P^\Phi + Q_P^\Phi = P_P \cdot \Delta V_P^\Phi + m \cdot c \cdot \Delta T_P^\Phi \quad (1.12),$$

де  $P_D$  – величина зовнішнього тиску, який діє на об'єкт, Па;

$V_D$  – величина об'ємної деформації об'єкта,  $m^3$ .

З врахуванням (6) і (10) рівняння (5) перетворили в:

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T_T^\Phi + P_P \cdot \Delta V_P^\Phi + P_0 \cdot V_0 \cdot \alpha_v \cdot \Delta T_T^\Phi + m \cdot c \cdot \Delta T_P^\Phi \quad (1.13)$$

При дії тиску на густина об'єкта збільшується, і як наслідок, збільшується теплопровідність:

$$K = \alpha \cdot c \cdot \rho \quad (1.14),$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт температуропровідності,  $m^2/c$ ;

$c$  – коефіцієнт теплоємності, Дж/кг · К;

$\rho$  – густина, кг/м<sup>3</sup>.

Таким чином, спільна передача енергії теплотою і роботою інтенсифікують ріст внутрішньої енергії. При цьому створюються умови для зниження температурного градієнта, тривалості процесу і поверхні теплообміну.

При обробці тиском зміна внутрішньої енергії проходить шляхом передачі енергії роботою – створенням всестороннього об'ємного стиснення:

$$\Delta U = A_P^T = A_P^\Phi + Q_P^\Phi \quad (1.15)$$

Величина переданої енергії визначається із рівняння (1.12).

При стисненні матеріалу за рахунок дисипації енергії, обумовленої внутрішнім тертям, частина енергії перетворюється в теплоту  $Q_P^\Phi$ :

$$Q_P^\Phi = m \cdot c \cdot \Delta t_P^\Phi \quad (1.16),$$

де  $m$  – маса об'єкта, кг;  $c$  – теплоємність об'єкта, Дж/кг · К;

$\Delta t_P^\Phi$  – градієнт температури, обумовлений дисипацією енергії, тобто внутрішнім тертям, К.

Тоді вираз (13) з врахуванням виразів (1.16) і (1.12) прийме вигляд:

$$\Delta U = P_P \cdot \Delta V_P^\Phi + m \cdot c \cdot \Delta t_P^\Phi \quad (1.17)$$

При передачі енергії роботою збільшується потенціальна складова внутрішньої енергії, тобто по своєму принципу передача енергії роботою приводить до незначної зміни температури тіл, які мають невеликий коефіцієнт об'ємного стиснення.

Швидкість розповсюдження градієнта напруження більша, ніж при розповсюдженні теплоти теплопровідністю, тобто можна припустити зменшення часу обробки і практичну відсутність залежності часу від геометричних розмірів об'єкта.

Таким чином, підведення енергії роботою, тобто обробка тиском, може привести до більш високої якості готової продукції внаслідок ізотермічної дії.

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						14
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Висока швидкість розповсюдження градієнта сили при всебічному об'ємному стисненні передбачає зменшення тривалості обробки в порівнянні з тепловою обробкою і відсутність залежності часу обробки від геометричних розмірів об'єктів. Порівняння теплоємності основних компонентів вареної ковбаси: води ( $c = 4150 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ ) і білка ( $c = 3500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ ) з врахуванням їх кількісного співвідношення в складі продукту (вода складає 72–80%) дозволяє зробити припущення, що основна частина енергії витрачається на нагрівання вологи, що пояснює тривалість теплової обробки.

Характерними ознаками білків є наявність своєї просторової структури – конформації. В її формуванні важлива роль належить первинній структурі, тобто генетично рівномірній амінокислотній послідовності.

Під первинною структурою розуміють порядок чергування амінокислот в білковій молекулі, які з'єднуються одна з одною ковалентним (пептидним) зв'язком.

Просторова структура макромолекул і клітинних утворень здійснюється в основному за допомогою вторинних зв'язків.

При об'ємній деформації змінюються відстані між частинками речовини, потенціальна складова, і як наслідок, величина внутрішньої енергії. Оскільки міцність зв'язків оберненопропорційна до їхньої довжини, то при деформації в першу чергу будуть розриватися вторинні зв'язки, які взаємодіють на відстані  $(0,20 \dots 0,45) \text{ м}^{-9}$ , а потім ковалентні – найкоротші –  $(0,19 \dots 0,18) \text{ м}^{-9}$ .

При дії високого тиску основна енергія розповсюджується безпосередньо на деформацію білка, бо коефіцієнт об'ємного стиснення його менше, ніж у води, відповідно можна припустити, що для досягнення однакових біохімічних ефектів витрати енергії при передачі роботою менші.

Незважаючи на якісні переваги методу обробки тиском, який заснований на передачі механічної енергії роботою, залишається відкритим питання про кількісну оцінку його ефективності в порівнянні з тепловими методами, заснованими на передачі енергії теплотою, які мають найбільше практичне використання в наш час.

### **Аналіз існуючого обладнання для формування батонів**

Для наповнення фаршем оболонки і формування батонів варених ковбас використовуються такі шприци: КОМПО–МИНИ 1500, КОМПО–МАКСИ фірми УМП «Компо», ШВ–1.

### **Шприц вакуумний КОМПО–МИНИ 1500**

Шприц вакуумний КОМПО–МИНИ 1500 призначений для додаткового вакуумування фаршу після перемішування на вакуумній мішалці або подрібнення на вакуумному куттері і наповнення різних оболонки і ємкостей ковбасним фаршем всіх видів і будь-якої консистенції на м'ясопереробних підприємствах. Працює з одношвидкісним порціонуєчим пристроєм.

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						15
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		



Рис. 1.1. Шприц вакуумний КОМПО–МИНИ 1500

### Технічна характеристика

Технічна продуктивність, кг/год.....	1200
Максимальна продуктивність при вільному витіканні фаршу, кг/год.....	5050
Діапазон регулювання швидкості обертання гвинтів, об/хв.....	65–835
Діапазон регулювання маси дози, г.....	200–10000
Максимальне число доз, шт.....	1
Місткість бункера, м <sup>3</sup> .....	0,125
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина.....	1180
ширина.....	990
висота.....	1640–1690
Маса, кг .....	560
Мінімальна температура фаршу, °С.....	+3
Наявність ворухителя в бункері.....	немає

### Шприц вакуумний КОМПО–МАКСИ

Шприц вакуумний КОМПО–МАКСИ призначений для додаткового вакуумування фаршу після перемішування на вакуумній мішалці або подрібнення на вакуумному куттері, а також для наповнення різних оболонок і ємностей ковбасним фаршем всіх видів з температурою не нижче мінус 5 °С на м'ясопереробних підприємствах.



Рис. 1.2. Шприц вакуумний КОМПО–МАКСИ

У новому шприці вдалося поєднати високу продуктивність на всіх видах ковбас з хорошим вакуумуванням. У зв'язку зі збільшенням продуктивності і для зручності в роботі місткість бункера збільшена до 400 літрів. Новий дизайн машини характеризується плавністю ліній і досконалістю форм.

Особливості застосування шприца вакуумного КОМПО–МАКСИ:  
 – Продуктивність на варених ковбасах, спільно з кліпсатором КН–32 на батонах масою 1,2 кг становить 2500 кг/год; а спільно з кліпсатором Poly–Clip з батоном масою 1 кг – 3000 кг/год, при цьому повністю відсутня пористість;  
 – При виробництві напівкопчених ковбас у мірну оболонку досягається висока якість структури, що не поступається продукції, виробленої на роторних шприцах.

### Технічна характеристика

Технічна продуктивність, кг/год.....	3000
Максимальна продуктивність при вільному витіканні фаршу, кг/год....	12700
Діапазон регулювання швидкості обертання гвинтів, об/хв.....	100–1000
Діапазон регулювання маси дози, г.....	10–10000
Максимальне число доз, шт.....	необмежено
Місткість бункера, м <sup>3</sup> .....	0,35
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина.....	1420
ширина.....	1240
висота.....	2050–2120
Маса, кг .....	850
Мінімальна температура фаршу, °С.....	–5
Наявність ворухителя в бункері.....	є

## Шприц вакуумний двошнековий ШВ–1



Рис. 1.3. Шприц вакуумний двошнековий ШВ–1

Шприц вакуумний двошнековий ШВ–1 призначений для вакуумування м'ясного фаршу і наповнення ковбасних оболонок в лінії виробництва варених і напівкопчених ковбас, шинки, сосисок, сардельок.

Підходить для набивання оболонки фаршу будь-якої консистенції, крім сухих фаршів для сирокочених ковбас і ковбас із субпродуктів.

Всі деталі, які мають контакт з продуктами, виконані з нержавіючої сталі. Приймальний бункер і шнек легко збираються і розбираються. Шприц комплектується цівками різного діаметру (16, 25, 38, 48 мм). Ножне керування забезпечує легке і рівномірне керування шприцом.

Шприц оснащений вакуумним насосом, який забезпечує вакуумування фаршу і його безперервну подачу, знижує виникнення браку.

### Технічна характеристика

Маса, кг.....	214
Потужність, кВт.....	4,75
Довжина, мм.....	1300
Ширина, мм.....	680
Висота, мм.....	1500
Об'єм ємності/місткість, л.....	80
Продуктивність (в залежності від розміру цівки), кг/год.....	1200
Діаметр змінних цівок, мм.....	16, 25, 38, 48

### Аналіз існуючого обладнання для кліпсування оболонок

Для кліпсування оболонок батонів варених ковбас використовуються такі кліпсатори: КОМПО КН–3С, КОМПО КН–8р, КОМПО КН–24п, КОМПО КН–32 фірми УМП «Компо», ДСА–Е 200 фірми Technorack.

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						18
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

## Кліпсатор пневматичний односкріпковий настільний КОМПО КН-3С

Широкоуніверсальний односкріпковий кліпсатор з ручним приводом перетискування оболонки і з ручною подачею шпагатової петлі для запечатування в полімерні, целофанові і белкозінові штучні оболонки і пакети ковбасних виробів і м'ясних напівфабрикатів, а також сиру, пастоподібних і сипких продуктів.

Перетиск наповненої оболонки в кліпсатора КН-3С здійснюється вручну. Накладення скріпок на перетиснуту оболонку в цих машин виконується за допомогою пневмоциліндра. При накладенні скріпки під неї можна закладати шпагатову петлю для підвішування батона.

Кліпсатор забезпечений нерухомим відрізним пристроєм для відрізання надлишків оболонки на кінцях ковбасних батонів.

Має низьку вартість, простий в обслуговуванні і надійний в експлуатації. Використання скріпок трьох розмірів дозволяє отримувати оптимальні варіанти з різними видами оболонок і пакетів.



Рис. 1.4. Кліпсатор пневматичний односкріпковий настільний КОМПО КН-3С

### Технічна характеристика

Калібр оболонки, мм.....	40–80
Час накладення скріпок, сек, не більше.....	1,5
Витрата повітря, л/цикл.....	0,8
Тиск повітря в робочій мережі.....	0,4–0,5 МПа (4–5 кгс/см <sup>2</sup> )

					Стан питання, літературний огляд	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		19

Габаритні розміри, мм, не більше:

довжина.....440

ширина .....230

висота .....920

Маса, кг, не більше .....11

### Кліпсатор настільний ручний двохскріпковий КОМПО КН-8р

Настільний ручний двохскріпковий кліпсатор призначений для запечатування готовими алюмінієвими скріпками наповнювача в рукавних сітках або оболонках різних калібрів з одночасним розрізанням сітки або оболонки між скріпками.



Рис. 1.5. Кліпсатор настільний ручний двохскріпковий КОМПО КН-8р

### Технічна характеристика

Необхідне зусилля для кліпсування, Н, не більше.....100

Тип скріпки (кліпси) .....А1, А2

Габаритні розміри, мм, не більше:

довжина .....230

					Стан питання, літературний огляд	Лист
						20
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

ширина .....	220
висота .....	790
Маса, кг, не більше .....	7,8

### **Кліпсатор напівавтоматичний двохскріпковий КОМПО КН–24п**

Кліпсатор напівавтоматичний двохскріпковий КН–24п призначений для запечатування алюмінієвими скріпками полімерних, целофанових, білкових і інших призначених для механічного кліпсування рукавних оболонки з різними наповнювачами. Одночасно запечатуються кінець попереднього і початок наступного батонів, автоматично подається шпагатова петля під скріпку.

Конструкція кліпсаторів дозволяє отримувати окремі порційні батони, ланцюжки батонів, кільцеві і ріжкові ковбаси в полімерні оболонки.

Кліпсатори агрегуються з нагнітальними пристроями (шприцами) будь-якої марки, керують ними в процесі роботи, або можуть бути керовані від нагнітальних пристроїв (використовувати функції дозування нагнітальних пристроїв).

Кліпсатор КН–24п складається з наступних основних вузлів: штатива, робочого блоку, пульта керування, приводу кліпсувального, магазинів, живильника, приймальних лотків (роликowego і плоского), блоку підготовки повітря, механізму подачі петлі і нитки. Всі переміщення рухомих вузлів кліпсатора (за винятком перетиску оболонки з наповнювачем) забезпечує пневмосистема.

Принцип роботи кліпсатора КН–24п полягає у виконанні в нижчевикладеній послідовності наступних операцій робочого циклу:

- вмикання нагнітального шприца і заповнення оболонки наповнювачем;
- забезпечення необхідної щільності набивання і отримання батонів необхідної довжини;
- подача шпагатової петлі (автоматично);
- вимикання нагнітального пристрою для виконання циклу кліпсування;
- перетиск наповненої оболонки;
- накладення двох скріпок і петлі на перетиснуту оболонку;
- подача нитки при формуванні кільцевих батонів;
- відрізання запечатаного батона або ковбасного ланцюжка;
- повернення вузлів і механізмів кліпсатора у вихідне положення.

Конструкція кліпсатора дозволяє отримувати одиночні батони заданого розміру і ваги і ковбасні ланцюжки з необхідною кількістю батонів в ланцюжку і їх вагою при агрегуванні з шприцом–дозатором.

									Лист
									21
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата					



Рис. 1.6. Кліпсатор напівавтоматичний двохскріпковий КОМПО КН–24п

### Технічна характеристика

Калібр оболонки, мм.....	30–80
Кількість виконаних вручну операцій.....	2
Час циклу кліпсування, сек, не більше.....	1,5–4
Відстань від підлоги/столу до осі цівки, мм.....	950–1150
Витрата повітря, л/цикл, не більше.....	1,6
Тиск повітря в робочій мережі, не менше.....	0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина.....	1500
ширина .....	1100
висота .....	2000
Маса, кг.....	95

### Кліпсатор автоматичний двохскріпковий пневматичний КОМПО КН–32

Підлоговий автоматичний двохскріпковий кліпсатор з центральним перетиском. Найбільш високопродуктивний кліпсатор, що випускається УМП «КОМПО». Час циклу кліпсування не перевищує 1 сек., що дозволяє отримувати до 30 ковбасних батонів за хвилину. Оснащується електронним контролером керування. Комплектується механізмом автоматичної подачі петель.

Має можливість регулювання швидкості сходження перетиску, що дозволяє використовувати слабкіші оболонки. Може комплектуватися револьверним живильником, що має додаткову цівку з ручним (КОМПО КН-32-01) або пневматичним (КОМПО КН-32-02) механізмом повороту.

Призначений для одночасного запечатування (кінець попереднього – початок наступного батона) алюмінієвими скріпками полімерних, целофанових, білкових і інших, призначених для кліпсування рукавних оболонок з наповнювачем, накладення петлі для підвішування батона, розрізання оболонки між батонами або ковбасними ланцюжками. Конструкція кліпсатора дозволяє отримувати окремі батони або ковбасні ланцюжки з необхідною кількістю батонів в ланцюжку.

При агрегуванні з шприцами різних конструкцій може сам керувати шприцом або бути керованим від шприца. Найбільш оптимальний результат досягається при агрегуванні з шприцами виробництва УМП «КОМПО».



Рис. 1.7. Кліпсатор автоматичний двохскріпковий пневматичний КОМПО КН-32

### Технічна характеристика

Калібр оболонки, мм.....	40–80
Робочий цикл, сек, не більше.....	1
Витрата повітря, л/цикл.....	1,7
Тиск повітря в робочій мережі.....	0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )
Відстань від підлоги до осі цівки, мм.....	255
Габаритні розміри, мм, не більше:	

					<b>Стан питання, літературний огляд</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		23

довжина.....	1000
ширина .....	1200
висота .....	1900
Маса, кг, не більше.....	41,5

### **Кліпсатор автоматичний двохскріпковий Technopak DCA–E 200**

Подвійний автоматичний кліпер DCA–E 200 є машиною для затискання і використовується у виробництві ковбасних виробів для виготовлення в'язок ковбас, окремих ковбас або кругів ковбас.

Машина накладає металеві затиски на оболонки або рукавні плівки. При необхідності в затиснутий затиск можна затискати шпагати або петлі для підвищення або транспортування ковбасних виробів.

Як правило, автоматичний подвійний кліпер DCA–E 200 використовується у поєднанні з набивочною машиною з порціонуванням. В цьому випадку використовуються два варіанти керування.

Робочий цикл починається подачею фаршу в набивочний розтруб і накладенням затиску на передньому кінці оболонки. Порція фаршу, виштовхувана набивочною машиною, через набивочний розтруб подається в задалегідь затиснуту з одного боку оболонку. Унаслідок виникаючого тиску наповнення заповнена ділянка оболонки витягується з набивочного розтруба і гальмується рухомим гальмом оболонки.

Необхідний тиск наповнення оболонки регулюється гальмом оболонки. При нагвинчуванні воронки гальма оболонки можна регулювати густину порції. При регулюванні гальма оболонки слідкуйте за діаметром набивки, рекомендованим виробником оболонки. Середня вісь набивочного розтруба повинна регулюватися. Регулювання по вертикалі або горизонталі виконується переміщенням гальма оболонки в маркувальних поздовжніх отворах.

Треба стежити за тим, щоб гальмо оболонки і набивочний розтруб були правильно розміщені відносно один одного. По завершенні прикладання оболонки гальмо оболонки відводиться пневмоциліндром назад, щоб забезпечити достатній простір для видавлювання фаршу і накладення затисків.

					<b>Стан питання, літературний огляд</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

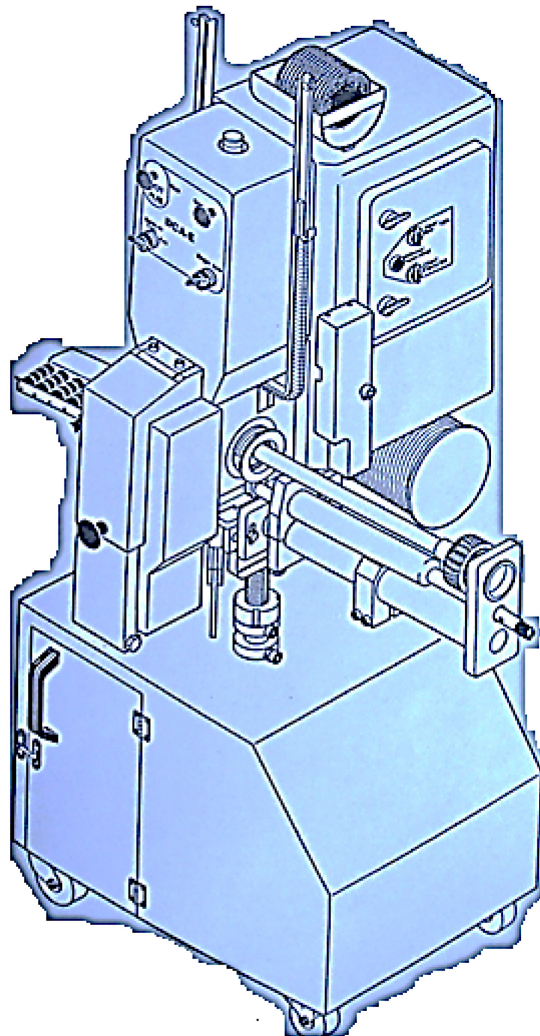


Рис. 1.8. Кліпсатор автоматичний двохскріпковий Technopak DCA-E 200

### Технічна характеристика

Габаритні розміри, мм:

довжина.....	1300
ширина .....	700
висота .....	1800
Загальна вага машини, кг.....	130
Тиск повітря, керування.....	0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )
Тиск повітря, циліндр накладення затисків.....	0,3–0,45 МПа (3–4,5 кгс/см <sup>2</sup> )
Витрата повітря, л/робочий хід.....	6
Діаметр ковбасних виробів, мм.....	25–75
Ємність магазину, затисків.....	400
Типи затисків.....	E210 до E240
Продуктивність накладення, затисків/хв.....	110
Електроживлення, електронне керування.....	220 В, 50/60 Гц, 1 А
Електроживлення, випускний транспортер:	
.....	1x220 В, 50 Гц, 1 А
.....	3x220 В, 60 Гц, 1 А
.....	3x380 В, 50 Гц, 1 А

					<b>Стан питання, літературний огляд</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		25

## 2. Техніко–економічне обґрунтування роботи

### Характеристика технічної бази ковбасного цеху

Питома вага кожного виду у загальному парку устаткування показана в таблиці.

Таблиця 2.1

Устаткування, яке входить до складу ковбасного цеху		
Назва	Кількість, шт	Питома вага, %
Вовчок В2–105	1	6,67
Візок МК.ТФ.200.001	4	26,67
Підйомник візків Я2–ОГБ	3	20,00
Кутер Л23–ФКВ–0,3	1	6,67
Шприц ФШ2–А	1	6,67
Кліпсатор Poly–Clip FCA 3463	1	6,67
Фаршемішалка Л5–ФМ2–У– 150	1	6,67
Стелаж для ковбас МК.СС.001	3	20,00
Всього	15	100,00

Коефіцієнт автоматизації парку устаткування характеризує рівень автоматизації цеху загалом:

$$K_a = \frac{N_a}{\sum N} = \frac{13}{15} = 0,87, \text{ де}$$

$N_a = 13$  (од.) – кількість одиниць автоматизованих, потоково–автоматизованих ліній і устаткування.

$\sum N = 15$  (од.) – загальна кількість одиниць устаткування у цеху.

Коефіцієнт механізації (автоматизації) виробництва:

$$K_g = \frac{O_m}{O_m + O_p} = \frac{420}{420 + 80} = 0,84, \text{ де}$$

$O_m = 420$  (т) – обсяг продукції, виробленої за допомогою машин.

$O_p = 80$  (т) – обсяг продукції, виробленої ручним способом.

Коефіцієнт механізації (автоматизації) робіт:

$$K_p = \frac{T_m}{T_m + T_p} = \frac{15,1}{15,1 + 3,22} = 0,82, \text{ де}$$

$T_m = 15,1$  (люд.–год/т) – трудомісткість механізованих (автоматизованих) робіт (операцій).

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Техніко–економічне обґрунтування роботи</b>	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.							26	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ-2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

$T_p = 3,22$  (люд.-год/т) – трудомісткість робіт (операцій), виконуваних вручну.

Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці:

$$K_n = \frac{P_m}{P_m + P_p} = \frac{4}{4+1} = 0,8, \text{ де}$$

$P_m = 4$  (чол) – кількість робітників, які зайняті на механізованих (автоматизованих) роботах.

$P_p = 1$  (чол) – кількість робітників, які виконують ручні операції.

### Обґрунтування потреби в продукції

Потреба в продукції:

$$P_n = \chi_{cn} \cdot H_{cn} = 3200 \cdot 11,2 = 35840 \text{ (кг/рік)} = 35,84 \text{ (т/рік)}, \text{ де}$$

$\chi_{cn} = 3200$  (чол) – планова чисельність споживачів;

$H_{cn} = 11,2$  (кг/чол · рік) – річна норма споживання на одного споживача.

### Обґрунтування потреби в сировині

Потреба в сировині:

$$P_c = O_{np} \cdot H_c = 550 \cdot 1,11 = 610,5 \text{ (т)}, \text{ де}$$

$O_{np} = 550$  (т) – обсяг виробництва проектний;

$H_c = 1,11$  (т/т) – норма витрати сировини на 1 т продукції.

Потреба в яловичині:

$$P_{ял} = O_{np} \cdot H_{ял} = 550 \cdot 0,61 = 335,5 \text{ (т)}, \text{ де}$$

$H_{ял} = 0,61$  (т/т) – норма витрати яловичини на 1 т продукції.

Потреба в свинині:

$$P_{св} = O_{np} \cdot H_{св} = 550 \cdot 0,5 = 275 \text{ (т)}, \text{ де}$$

$H_{св} = 0,5$  (т/т) – норма витрати свинини на 1 т продукції.

### Обґрунтування проектної потужності

Коефіцієнт екстенсивного використання устаткування – показує використання знарядь праці у часі:

$$K_{ек} = \frac{T_{op}}{T_{мф}} = \frac{1580}{1750} = 0,9, \text{ де}$$

$T_{op} = 1580$  (год) – практично відпрацьований час устаткування за визначений період, днів;

$T_{мф} = 1750$  (год) – максимально можливий фонд роботи устаткування за визначений період, днів.

Коефіцієнт інтенсивного використання устаткування – показує ступінь використання його за одиницю часу роботи:

$$K_{ін} = \frac{P_{нф}}{P_{мех}} = \frac{46,27}{143,60} = 0,32, \text{ де}$$

					<b>Техніко-економічне обґрунтування роботи</b>	Лист
						27
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$P_{нф} = 46,27 (т/змину)$  – планова або фактична продуктивність устаткування за одну годину або зміну;

$P_{тех} = 143,60 (т/змину)$  – максимально можлива технічна продуктивність устаткування за одну годину або зміну.

Інтегральний коефіцієнт – загальний показник використання устаткування:

$$K_{інт} = K_{ек} \cdot K_{ін} = 0,9 \cdot 0,32 = 0,29.$$

Коефіцієнт освоєння проектної потужності:

$$K_n = \frac{O_{пр}}{P_{пр}} = \frac{550}{11567,5} = 0,05, \text{ де}$$

$O_{пр} = 550 (т)$  – обсяг продукції проектний;

$P_{пр}$  – проектна потужність:

$$P_{пр} = 300 + 1800 + 1250 + 2160 + 1100 = 6610 (кг/год) \\ = 6,61 (т/год) \cdot 1750 \text{ год} = 11567,5 (т/рік)$$

### Обґрунтування потреби в енергетичних ресурсах на проектний обсяг

Потреба в енергетичних ресурсах на проектний обсяг показана в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Потреба в енергетичних ресурсах на річний обсяг 550 т			
Вид енергії	Норма на 1 т	Обсяг виробництва (проектний), т	Річна потреба
1. Електроенергія, кВт	82,00	550	45100,00
2. Холод, Гкал	6,43	550	3536,50
3. Теплова енергія, Гкал	1,02	550	561,00
4. Вода, м <sup>3</sup>	20,86	550	11473,00
5. Стічні води, м <sup>3</sup>	18,50	550	10175,00

Таким чином, для виконання обсягу 550 т м'ясокомбінату потрібна така кількість ресурсів: 45100 кВт електроенергії, 3536,5 Гкал холоду, 561 Гкал теплової енергії, 11473 м<sup>3</sup> води, 10175 м<sup>3</sup> стічних вод.

### 3. Апаратурно–технологічна лінія, яка підлягає модернізації

М'ясо, попередньо подрібнене на шрот або шматки йде на соління. Посолене м'ясо складають у візки МК.ТФ.200.001 місткістю по 200 кг. Температура посоленого м'яса після перемішування не повинна перевищувати 8 °С.

Після соління візки з фаршем піднімаються на ланцюгових підйомниках Я2–ОГБ і він надходить у приймальну чашу вовчка В2–105. Щоб забезпечити перерізання м'яса на вовчку, різальні площини ножів і решіток притискуються одна до одної через перехідне кільце за допомогою притискної гайки під час нагвинчування її на зовнішній край робочого циліндра. Неправильне зберігання різального механізму, нерівна поверхня різальних решіток і затуплені різальні кромки решіток і ножів призводять до перегрівання фаршу. Крім конструктивних особливостей вовчка на його продуктивність і споживану ним енергію впливають умови подрібнення: ступінь подрібнення, властивості сировини (вміст сполучної тканини), розміри шматків м'яса, що підлягають подрібненню, рівномірність подавання м'яса на вовчок, стан різального механізму (заточення ножів, ступінь спрацювання ножів і решітки, правильність складання різального механізму).

Після вторинного подрібнення на вовчку подрібнене м'ясо за допомогою візка і підйомника надходить до кутера Л23–ФКВ–0,3. В кутері відбувається тонке подрібнення м'ясної частини фаршу. Тонке подрібнення – найважливіша операція у виробництві варених ковбас. Від якості її виконання залежить вихід і якість готової продукції. Принцип подрібнення полягає у розсіканні шматків м'яса, що знаходяться в чаші, ковзним різанням. Різання незафіксованого м'яса супроводжується значним зміщенням шарів сировини відносно один одного. Цей спосіб різання крім тонкого подрібнення забезпечує енергійне перемішування сировини, яку використовують для приготування фаршу в чаші кутера під час подрібнення. Кутер обладнують мікропроцесором з цифровою індикацією часу роботи і температури фаршу, пристроєм для подавання рідкого азоту для охолодження фаршу, що дає змогу подрібнювати м'ясо при оптимальних умовах. Кутер пускають в хід перед завантаженням, завантажують м'ясо поступово. Розвантаження здійснюють на ходу за допомогою розвантажувального пристрою, тому кутер може працювати без зупинки. Процес подрібнення м'яса можна умовно поділити на 3 періоди. Перший період – подрібнення первинної структури нежирного м'яса і розчинення міофібрилярних білків (тривалість – 3 хв, температура – близько 0 °С). Другий період – тонке подрібнення і емульгування жиру напівжирної або жирної сировини (тривалість – 3...6 хв, температура – 10...12 °С). Третій період – тонке подрібнення і утворення вторинної структури фаршу (тривалість – 7...10 хв, температура фаршу не повинна перевищувати 12...15 °С).

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					Апаратурно–технологічна лінія	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.							29	
Рецензент						Каф. МАХФВ ОХ-2-5М		
Н.Контр.								
Затвердив								

Перегрівання фаршу позначається на вологозв'язувальній здатності і структурно-механічних властивостях фаршу. Ефективність процесів вторинної структури фаршу (гелеутворення) залежить від концентрації білка, рН середовища, наявності солей. При використанні фосфатів (до 0,3%) поліпшується структура і консистенція фаршу, колір і смак готового продукту.

Після кутерування фарш за допомогою візка і підйомника надходить до вакуумного шприца безперервної дії ФШ2-А. В ньому поліамідну оболонку надівають на цівку шприца і наповнюють фаршем. Варені ковбаси формують під тиском 0,5–0,6 МПа. Їх шприцюють із незначною щільністю, оскільки зайва щільність призводить до розривання оболонки під час варіння батонів унаслідок розширення вмісту оболонки при нагріванні. Завантажуючи фарш у шприц, потрібно стежити, щоб укладання було щільним, без повітряних прошарків. Шприц працює з використанням вакууму для видалення повітря з фаршу. Вакуумне устаткування краще використовувати на всіх стадіях приготування фаршу: при подрібнюванні, змішуванні, формуванні.

Після наповнення оболонок фаршем батони ковбасних виробів надходять до кліпсаторів. Для формування батонів і герметизації їх алюмінієвими скобами (кліпсами) використовують кліпсатор Poly-Clip FCA 3463 фірми Poly-Clip System.

Після кліпсування ковбас батони навішують на палиці і розміщують на рамах. Для перевезення ковбас до стелажів МК.СС.001 користуються підлоговими візками із закріпленими на них рамами. На рамі має бути тільки один вид і сорт ковбаси. Батони слід підбирати одночасно за діаметром та довжиною і розміщувати так, щоб вони не торкались один одного, бо інакше ділянки поверхні батонів ізолюються від впливу теплого повітря, пари і димових газів при наступному обсмажуванні і варінні в термокамерах QXZ 1/1, у результаті чого можуть утворюватися дефекти, так звані «злипи».

Батони в штучній оболонці великого діаметра при закріпленні кінців металевими кліпсами укладають на лотки рам для термічного оброблення в горизонтальному положенні.

У процесі шприцювання разом із фаршем в оболонку може потрапляти повітря, для видалення якого натуральні оболонки сирих ковбас наколюють (штрикують) дротовим пристроєм із чотирма вістрями («штриковка»). Штучні оболонки штрикувати не можна, оскільки це різко знижує їхню механічну міцність.

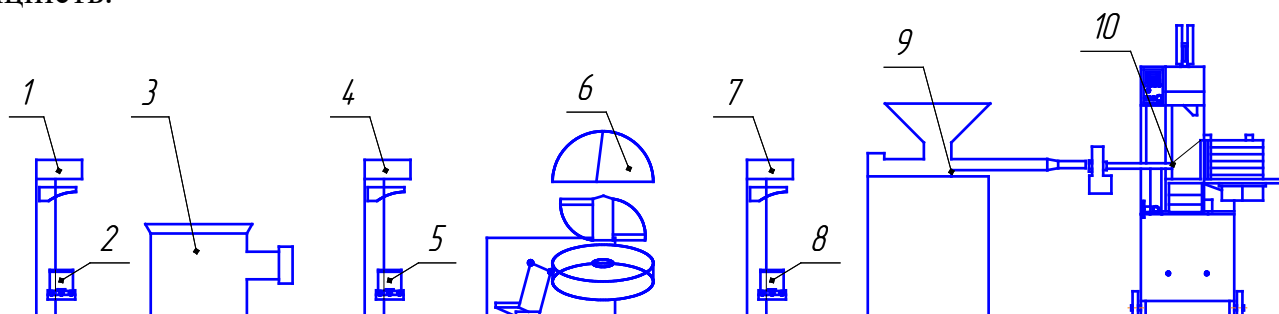


Рис. 3.1. Машинно-апаратурна схема лінії виготовлення вареної ковбаси: 1, 4, 7 – підйомники візків Я2-ОГБ; 2, 5, 8 – візок МК.ТФ.200.001; 3 – вовчок В2-105; 6 – кутер Л23-ФКВ-0.3; 9 – шприц ФШ2-А; 10 – кліпсатор Poly-Clip FCA 3463

					<b>Апаратурно-технологічна лінія</b>	Лист
						30
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		



Після соління м'яса (яловичину, свинину, баранину) подрібнюють на вовчку з діаметром отворів вихідної решітки 2...3 мм. Потім м'ясо подрібнюють і виготовляють фарш в кутері в три стадії: на першій стадії, яка продовжується 2...3 хв руйнується первинна структура яловичини або нежирної свинини. Для підтримки температури процесу близько 0 °С в фарш періодично додають лід. На цій же стадії додають фосфати (при необхідності), розчин нітриту натрію, нейтралізовану аскорбінову кислоту або її сіль. На другій стадії до фаршу додають до 40% води, білкові добавки і спеції. Вода міцно зв'язується з білками, приймає участь в емульгуванні жирів та утворенні в'язкопластичної структури фаршу.

Формування ковбасних виробів включає підготовку ковбасних оболонок, шприцювання (оболонку) фаршем, кліпсування, маркування та навішування на рами. Натуральну і суху ковбасну оболонку замочують у теплій воді за 10 – 45 хв до використання. Натуральні консервовані сіллю ковбасні оболонки промивають в холодній воді і замочують впродовж 2 год при температурі води 30 – 35 °С. Штучні білкові і поліамідні оболонки замочують в холодній воді за 15 – 20 хв до використання.

Фарш варених ковбас з однорідним фаршем шприцюють механічними шприцами під тиском 0,4 – 0,6 МПа, гідравлічними – 0,8 – 1,0 МПа. Заповнені фаршем батони на (стаціонарних і конвеєрних столах РЗ–ФПЯ зав'язують вручну) кліпсаторах зав'язують автоматично.

Осадження батонів вареної ковбаси здійснюється з метою відновлення структури фаршу, зруйнованої при шприцюванні, і підсушуванні оболонки.

Обжарювання варених ковбас з однорідним фаршем проводиться димоповітряною сумішшю з температурою від 70 до 110 °С при тривалості процесу від 30 хв до 2,5 год; при цьому фарш всередині батона прогрівається до 35 °С; фарш поглинає компоненти диму, які надають ковбасним виробам специфічний смак і аромат. Прогрівання фаршу прискорює реакції розкладу нітриту, в результаті чого колір стає рожево–коричневий. Батони в натуральній кишковій оболонці в залежності від діаметра батона втрачають від 7 до 12% маси. Охолодження ковбас здійснюється в природних умовах на повітрі при температурі не вище 20 °С впродовж 2 – 4 год. Батони ковбаси в синтетичній оболонці не обжарюють.

Далі батони ковбаси занурюють в робочу камеру установки високого тиску, заповненою проміжною рідиною – дистильованою водою. Обробка високим тиском батонів ковбаси здійснюється при температурі  $20 \pm 1$  °С і тиску 850 МПа; тривалість процесу – 55 хв. В процесі обробки практично всі білки денатурують та коагулюють. При цьому виходить вторинна структура ковбасного фаршу; гине вегетативна форма мікрофлори та забезпечується практично повна стерильність продукту; практично виключається можливість утворення бульйонно–жирового набряку.

Після обробки ковбаси високим тиском батони ковбаси виймаються із робочої камери установки високого тиску, вивішуються на рами та просушуються в природних умовах на повітрі при температурі не вище 25 °С впродовж 1 – 2 год.

					<b>Апаратурно–технологічна лінія</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

Після сушіння батони варених ковбас з однорідним фаршем охолоджують в камерах до температури всередині батона 8 °С, упаковують і відправляють на склад готової продукції.

Апаратурне оформлення всіх технологічних етапів, за винятком етапу обробки продукції високим тиском, даного процесу повинне відповідати вимогам нормативної документації на дане виробництво. Для обробки ковбаси високим тиском потрібно використовувати технологічне обладнання вітчизняного або іноземного виробництва, які задовольняють технічні вимоги установки високого тиску. При цьому об'єм робочої камери установки високого тиску та кількість технологічних установок в робочому цеху визначається виробничою програмою конкретного м'ясокомбінату.

### **Опис технологічного обладнання лінії**

До складу лінії входить таке технологічне обладнання: візок технологічний МК.ТФ.200.001., підйомник візків ланцюговий Я2-ОГБ, вовчок В2-105 , кутер Л23-ФКВ-0,3 , стелаж для дозрівання ковбас МК. СС. 001.

#### **Візок технологічний МК.ТФ.200.001.**



Рис. 3.3. Візок технологічний МК.ТФ.200.001.

Візок технологічний МК.ТФ.200.001. призначений для для транспортування кускового м'яса, фаршу, напівфабрикатів, субпродуктів і т. д., соління м'яса в ковбасному виробництві, завантаження вовчків, кутерів і фаршемішалок на підприємствах м'ясної промисловості, а також транспортування і тимчасового зберігання різних харчових продуктів на підприємствах переробної промисловості.

Матеріал – неіржавіюча сталь.

#### **Технічна характеристика візка технологічного МК.ТФ.200.001.**

									Лист
									33
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата					

Об'єм, л .....	200
Габаритні розміри, мм:	
довжина .....	634
ширина .....	634
висота .....	680

### Підйомник візків ланцюговий Я2-ОГБ

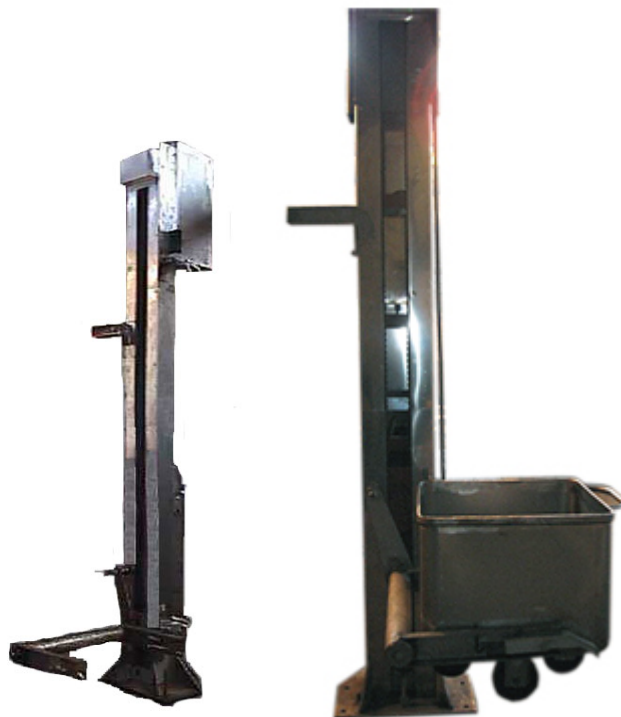


Рис. 3.4. Підйомник візків ланцюговий Я2-ОГБ.

Підйомник призначений для механізованого підйому і вивантаження сировини з візків ємністю 200 і 100 л, а також візків «рикша» ємністю 250 л в приймальний бункер обладнання.

### Технічна характеристика підйомника візків ланцюгового Я2-ОГБ

Вантажопідйомність, кг .....	300
Висота перевертання, мм .....	2100
Встановлена потужність, кВт .....	1,5
Габаритні розміри, мм:	
довжина .....	1300
ширина .....	1100
висота .....	3112
Маса, кг .....	390



Рис. 3.5. Вовчок В2–105.

Вовчок В2–105 призначений для подрібнення м'яса на фарш. Може використовуватися на підприємствах малої потужності по переробці м'яса для виробництва ковбасних виробів.

Вовчок В2–105 складається із наступних основних частин: електроприводу з ланцюговою передачею і натяжним пристроєм; ріжучого вузла; корпусу з бункером; панелі і пульту керування.

Виробник: Росія.

### Технічна характеристика вовчка В2–105

Продуктивність, не менше, кг/год .....	300
Встановлена потужність, не більше, кВт .....	2,5
Частота обертання шнека, об/хв .....	250
Габаритні розміри, мм:	
довжина .....	800
ширина .....	700
висота .....	1200
Місткість бункера, не більше, кг .....	25
Маса, не більше, кг .....	110
Діаметр решіток, мм .....	105

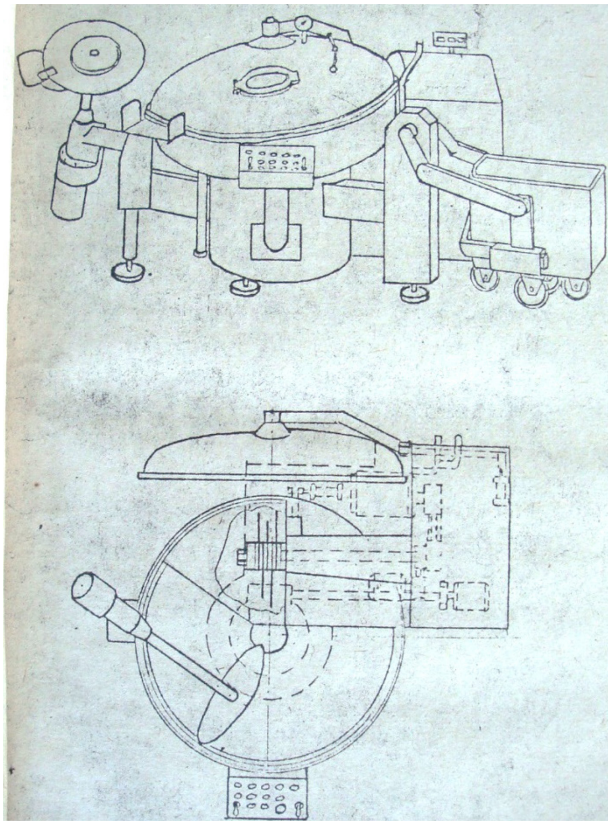


Рис. 3.6. Кутер Л23–ФКВ–0,3

Кутер вакуумний марки Л23–ФКВ–0,3 періодичної дії призначений для завантаження–вивантаження, перемішування і подрібнення під вакуумом складових компонентів при виробництві фаршу всіх видів ковбас, сосисок, сардельок.

На кутері передбачена можливість подрібнення м'яса в шматках не більше 0,5 кг.

### Технічна характеристика кутера Л23–ФКВ–0,3

Продуктивність, кг/год .....	1600–2000
Продуктивність на фарші для варених ковбас, не менше, кг/год .....	1700
Швидкість різання при кутеруванні, м/с .....	51/102
Геометрична місткість чаші, м <sup>3</sup> , не менше .....	0,325
Вакууметричний тиск, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) .....	0,015 (0,15)–0,02 (0,2)
Час створення вакууметричного тиску, с, не більше .....	50
Число ножів, шт .....	2–10
Встановлена потужність, кВт, не більше .....	132
Тиск в гідросистемі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не більше .....	10 (100)
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина .....	3500
ширина .....	3400
висота (кришка піднята) .....	2800
висота (кришка закрита) .....	1790
Зайнята площа, м <sup>2</sup> , не більше .....	11,9
Маса без додаткових систем, кг, не більше .....	4800

					<b>Апаратурно–технологічна лінія</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		36

Дозування води, л .....0–999  
 Коефіцієнт завантаження чаші .....0,4–0,8  
 Частота обертання чаші, с<sup>-1</sup> (об/хв) .....0,13 (8)/0,26 (16)

**Стелаж для дозрівання ковбас МК. СС. 001**



Рис. 3.7. Стелаж для дозрівання ковбас МК. СС. 001

**Технічна характеристика стелажа для дозрівання ковбас МК. СС. 001**

Кількість секцій, шт .....1  
 Кількість ярусів, шт .....5  
 Габаритні розміри, мм:  
     довжина .....1015  
     ширина .....1900  
     висота .....1500

#### 4. Опис конструкції та вдосконалення обладнання

В технологічну лінію також входять: шприц ФШ2-А і кліпсатор Poly-Clip FCA 3463.

#### Опис будови і принцип дії шприца шнекового ФШ2-А

#### Призначення і область застосування

Шприц шнековий ФШ2-А призначений для вакуумування фаршу і наповнення ковбасних оболонок при виробництві варених, напівкопчених і копчених ковбас.

Застосовується на м'ясокомбінатах в ковбасних цехах самостійно і в складі поточно-механізованих ліній.

Виготовляється по категорії розміщення 3 згідно ГОСТ 15150-69 у кліматичному виконанні У.

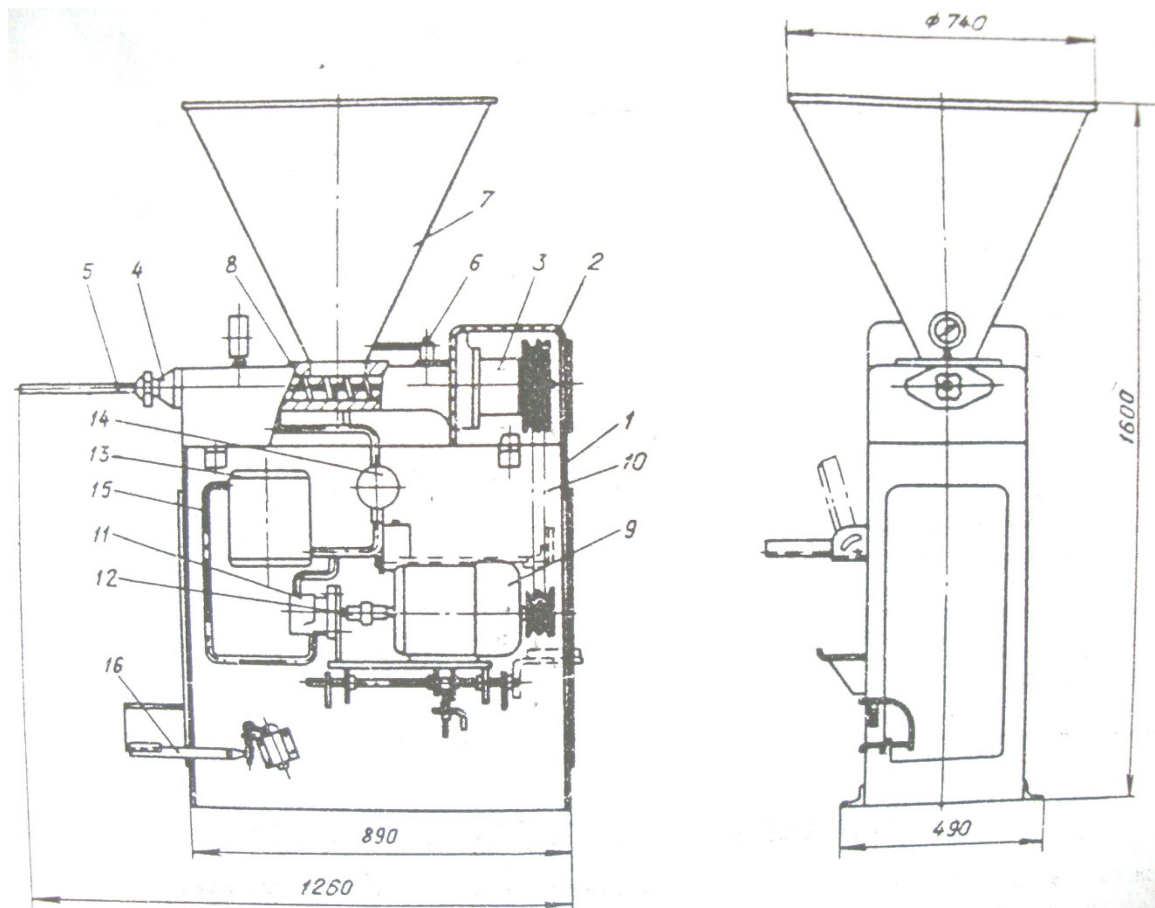


Рис. 4.1. Двошнековий шприц ФШ2-А:

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.							38	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

1 – станина; 2 – корпус; 3 – редуктор; 4 – конус; 5 – цівка; 6 – вакуумна головка; 7 – бункер; 8 – шнек; 9 – електродвигун; 10 – клинопасова передача; 11 – насос; 12 – муфта; 13 – масляний бачок; 14 – відстійник; 15 – з'єднувальна трубка; 16 – педаль вмикання

### Технічна характеристика

Продуктивність при шприцюванні фаршу, кг/год:

варених ковбас в целофанову оболонку Ø 70 і 110 мм	
через цівку Ø 40 мм .....	1250
напівкопчених ковбас в череву Ø 32 мм через цівку Ø 25 мм .....	550
сосисок в баранячу череву Ø 12 мм через цівку Ø 12 мм .....	170
сардельок в череву Ø 32 мм через цівку Ø 25 мм .....	580
Число шнеків .....	2
Частота обертання шнеків, $c^{-1}$ (об/хв) .....	10,5 (635)
Місткість бункера, л, не менше .....	80
Величина вакууму, кПа $\left(\frac{кгс}{см^2}\right)$ .....	80 (0,8)
Установлена потужність, кВт .....	3
Споживана електроенергія, $кВт \cdot год$ .....	2,8
Габаритні розміри, мм .....	1260×760×1600
Маса, кг .....	280

### Опис конструкції і принцип роботи

Станина 1 шприца шнекового ФШ2–А сталева, зварна, прямокутної форми. На верхній частині станини кріпиться чавунний корпус 2 робочих шнеків з парою циліндричних розточок. З одного торця корпусу кріпиться редуктор 3 привода робочих шнеків, а з іншого – конус 4 для кріплення цівок 5.

Зверху над циліндричними розточками корпусу робочих шнеків встановлюється вакуумна головка 6 і бункер 7 для фаршу. Робочі шнеки 8 являють собою однозахідні гвинти протилежної навивки, причому витки одного шнека входять у витки іншого. Шнеки обертаються назустріч один одному.

Привод робочих шнеків складається із асинхронного електродвигуна 9, клинопасової передачі 10 і редуктора шнеків.

В корпусі редуктора робочих шнеків розміщена пара прямозубих шестерней, які зв'язують між собою пару робочих шнеків.

Вакуумна система шприца складається з масляного пластинчастого насоса 11, зв'язаного з електродвигуном пружною муфтою 12, масляного бачка 13, вакуумної головки, відстійника 14 і з'єднувальних гумових трубок 15.

Апаратура вакуумної системи виконує наступні функції:

пластинчастий насос – роль вакуум–насоса і здійснює вакуумування фаршу в процесі роботи, відсмоктуючи повітря із простору робочих шнеків;

вакуумна головка – для регулювання вакууму в системі. Контроль за глибиною вакууму здійснюється вакууметром;

					Опис конструкції та вдосконалення обладнання	Лист
						39
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

відстійник – для уловлювання води і фаршу, які можуть бути захоплені повітрям, що відсмоктується.

В нижній частині станини встановлена педаль вмикання 16. При натисканні ногою на педаль поворотний ричаг вмикає кінцевий вимикач і електродвигун. Шкаф керування служить для розміщення електрообладнання шприца.

## Опис будови і принцип роботи кліпсатора Poly-Clip FCA 3463

### Призначення і область застосування

Призначений лише для накладення скріпки на батони ковбас, наповнені в різні види оболонки різного діаметру. (Температура в місці установки машини 0–50 °С). Автомат виробляє установку затисків на ковбасні порції і батони з калібрами від 40 до 120 мм. Машина має електронне управління і механічне і електричне з'єднання з шприцом–наповнювачем.

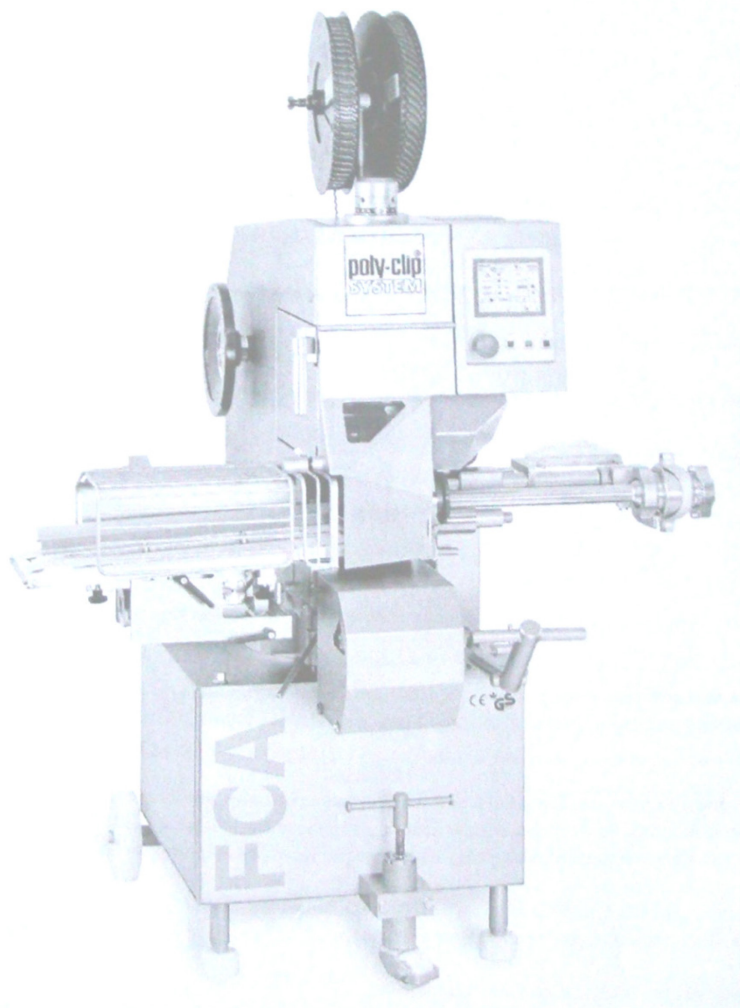


Рис. 4.2. Кліпсатор Poly-Clip FCA 3463

### Технічна характеристика

Робочий тиск, МПа.....0,5–0,7 (5–7 бар)

Використання стисненого повітря, л/крок.....2,2

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Лист
						40
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Приєднувальна напруга.....	200/230 В, 380–460 В, 50–60 Гц
Використання ел. струму, кВт/год.....	2,8
Запобіжник, А.....	16
Управляючий кабель.....	кліпсатор/шприц-наповнювач
Гучність, дБ.....	79
Габаритні розміри, мм:	
довжина .....	1300
ширина .....	1410–1575
висота .....	1970–2170
Маса, кг (без упаковки).....	625

### Опис машини

#### Автомат наповнення і кліпсування

Автомат FCA 3463 проводить установку затисків на ковбасні порції і батони з калібрами від 40 до 120 мм. Машина має електронне управління і механічне і електричне з'єднання з шприцом–наповнювачем. Штучні або натуральні оболонки задалегідь стискаються в гофру і натягуються на цівку. Накладається перша скріпка, і оболонка наповнюється фаршем. Потім одним робочим кроком накладається скріпка на кінець першої порції і початок наступної. Таким чином можна безперервно виготовляти окремі батони ковбаси і цілі гірлянди.

По потребі, наприклад, залежно від ковбасного розміру, інтервал між затисками може налаштовуватися на 30 мм або 36 мм. Окрім цього як альтернатива присутня можливість використання затисків з кроком 15 мм і 18 мм. Зміна кроку затиску може бути швидко виконана. Описані нижче додаткові прилади можуть розумним чином доповнити роботу автоматичного кліпсатора FCA 3463.

#### Переваги кліпсатора Poly-Clip FCA 3463:

1. Надійність і компактність виконання відповідають найбільш вибагливим вимогам.
2. Виконання із нержавіючої сталі захищає від дії агресивних миючих препаратів.
3. Простота в обслуговуванні.
4. Легкість в керуванні машиною завдяки графічному меню на сенсорному дисплеї EASY TOUCH.
5. Програмний пристрій, який зберігає в пам'яті параметри продукту.
6. Три швидкісних режими або безступінчасте регулювання, в залежності від вимог продукту.
7. Плавність регулювання швидкості транспортера.
8. Швидке і надійне транспортування ковбас, включаючи кільцеві.
9. Фаршевитіснювач забезпечує чисті кінчики ковбас.
10. Машина відкривається і закривається автоматично, за допомогою пневмопривода.
11. Регульований ззовні тиск обжиму кліпси.

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Лист
						41
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

12. Найвища ступінь безпеки забезпечується одночасним натисканням обома руками кнопок установки першої кліпси.
13. Підвищена маневреність завдяки третьому направляючому колесу і ведучому важілю.
14. Гладкі поверхні корпусу без виступаючих деталей полегшують санітарну обробку.
15. Зручність в обслуговуванні завдяки зовнішнім центральним точкам змазки.
16. Повністю закритий блок керування забезпечує надійну роботу електроніки.
17. Низький рівень робочого шуму.

### **Інновації в системі виробництва кліпс**

Оригінальні кліпси від Poly-Clip System гарантують найвищу якість і економічність виробництва. Висока ефективність і безвідмовність виробництва досягаються при виключному взаємозв'язку між машинами, оболонками, кліпсами і петлями.

Виробництво оригінальних кліпс потребує проходження суворих тестів якості. Кліпси від Poly-Clip System сертифіковані ISO 9001:2000 і суворо відповідають вимогам виробничого процесу. Запатентована технологія SAFE COAT (безпечне покриття) фірми Poly-Clip забезпечує ковзання без тертя; гарантує безперебійність виробництва. Комплексна система – машини, кліпси і петлі від одного виробника.

Poly-Clip System є ведучим світовим лідером по інноваціях в системі виробництва кліпс.

### **Опис машини**

**Автомат наповнення і кліпсування**

Автомат FCA 3463 проводить установку затисків на ковбасні порції і батони з калібрами від 40 до 120 мм. Машина має електронне управління і механічне і електричне з'єднання з шприцом–наповнювачем. Штучні або натуральні оболонки задалегідь стискаються в гофру і натягуються на цівку. Накладається перша скріпка, і оболонка наповнюється фаршем. Потім одним робочим кроком накладається скріпка на кінець першої порції і початок наступної. Таким чином можна безперервно виготовляти окремі батони ковбаси і цілі гірлянди.

По потребі, наприклад, залежно від ковбасного розміру, інтервал між затисками може налаштовуватися на 30 мм або 36 мм. Окрім цього як альтернатива присутня можливість використання затисків з кроком 15 мм і 18 мм. Зміна кроку затиску може бути швидко виконана. Описані нижче додаткові прилади можуть розумним чином доповнити роботу автоматичного кліпсатора FCA 3463.

**Гальмо оболонки**

За допомогою гальма оболонки зменшується швидкість сходу оболонки з цівки. Швидкісний натиск, що виникає в оболонці, визначає міцність і діаметр

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	<i>Лист</i>
						42
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

батона ковбаси. Є можливість обробляти різні сорти ковбаси з різною консистенцією. Сила гальма оболонки встановлюється на механічних видах гальма вручну, а на пневматичних – за допомогою стисненого повітря.

#### Автомат накладення петлі GSA

За допомогою автомата накладення петлі GSA можна одночасно із скріпкою накладати петлі для навішування на окремі батони ковбаси, на гірлянди або на кожен батон гірлянди відповідно до програми.

Петлі розташовуються в магазині на міцних несучих стрічках. Петлі автоматично забираються з магазину, що містить близько 2500 штук, і переміщуються до місця кліпсування. Точна відстань між отворами для захвату петель на несучій стрічці забезпечує безперебійний процес. Несуча стрічка під час роботи автоматично відділяється від петель і намотується на додатковий магазин. Зібрані в магазин несучі стрічки легко виймаються з нього і підлягають утилізації.

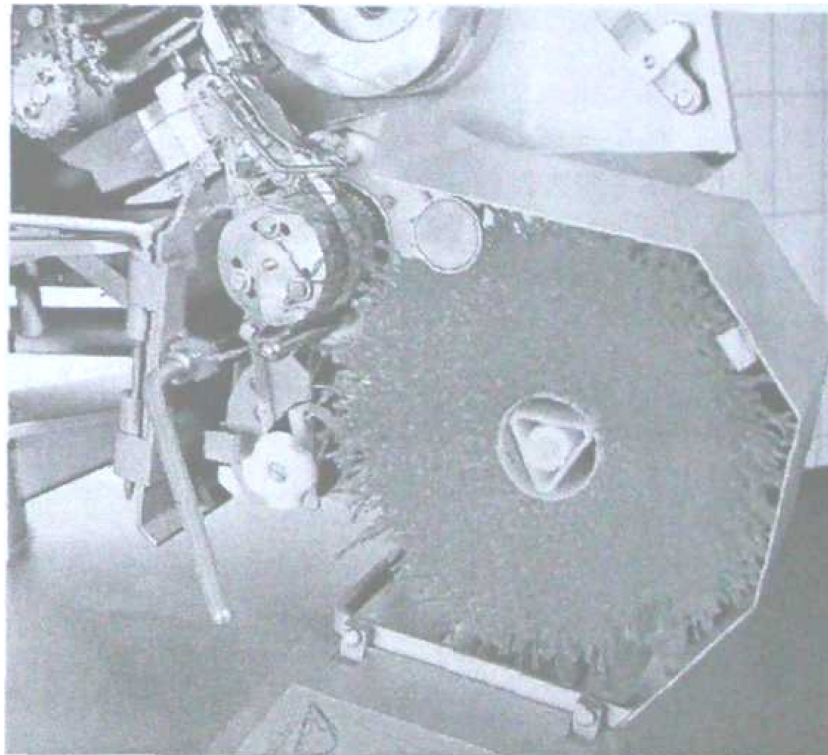


Рис. 4.3. Автомат накладення петлі GSA

#### Поворотна цівка

За допомогою цього пристрою можна повертати цівку для заміни оболонки. Це створює можливість при невеликому відвороті верхньої частини машини зручно натягнути гофру оболонки на цівку.

#### Висувна трубка

За допомогою даного пристрою наповнювальна трубка може висуватися для заміни оболонки. Тим самим забезпечується легке натягування оболонки на наповнювальну трубку при незначному висуванні машинної голівки.

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		43

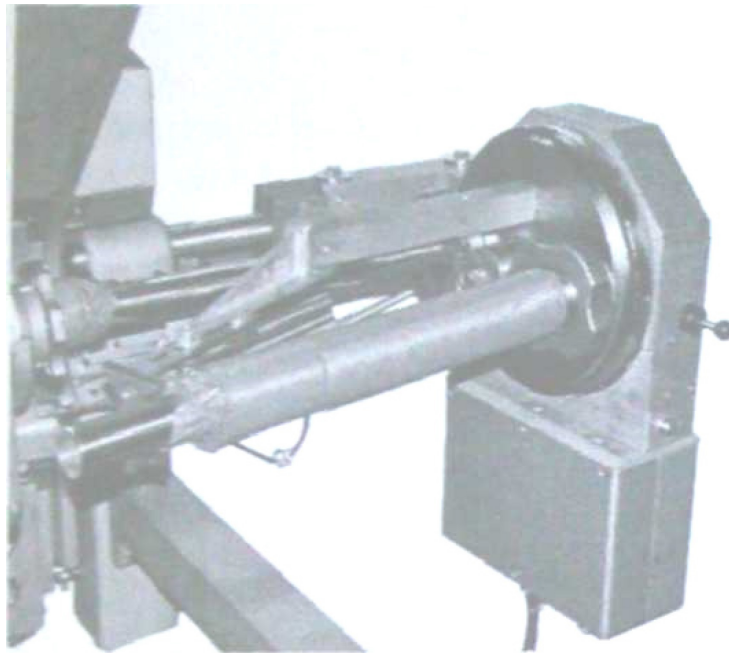


Рис. 4.4. Висувна трубка

#### Пристрій подачі нитки

Для виготовлення кільцевих ковбас був розроблений пневматично працюючий пристрій подачі нитки.

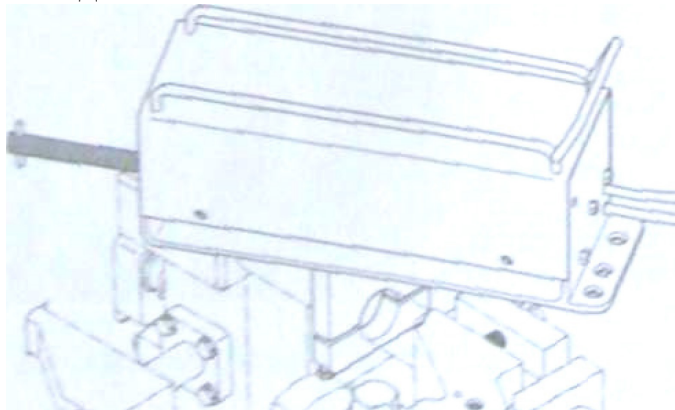


Рис. 4.5. Пристрій подачі нитки

Пристрій подачі нитки при кожному робочому такті автоматично переміщує відміряну з певною довжиною нитку до місця накладення скріпки. Тут обидва кінці ковбасного батона з'єднуються за допомогою прикріплення нитки скріпками. Нитка призначена для навішування ковбаси і запобігає притискуванню на боці, які з'являються через дотик зі стержнем коптильної рами.

#### Нанесення кодової інформації на скріпці

На скріпці, що накладається на батон ковбаси, можна вибити дату виготовлення або термін придатності продукту.

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		44

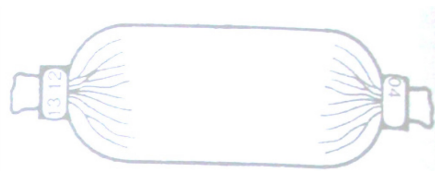


Рис. 4.6. Скріпка на батоні ковбаси

Звичайна матриця при цьому замінюється на так звану кодуєчу матрицю. У цю кодуєчу матрицю вбудовуються необхідні кодувальні штемпелі відповідно до дати.

#### Етикетувальний пристрій

За допомогою цього приладу на смужці стрічки можна віддрукувати, наприклад, термін придатності і інформацію про ціну. Шматочок стрічки з друком відрізується і переміщається до місця накладення скріпки. Тут отриманий в такий спосіб інформаційний прапорець автоматично закліпсовується на кінчику батона ковбаси. Можна використовувати також стрічки із заздалегідь нанесеним друком.

#### Автомат термосварки TSA

Автомат TSA переробляє плівку з рулону, сформовану перед наповненням і накладенням скріпки в рукав і сполучену зварним швом. У з'єднанні з даним автоматом наповнення і накладення скріпки FCA 3463 в такі рукавні плівки можуть наповнюватися і закліпсовуватися як рідкі, так і в'язкі пастоподібні маси.

Після кліпсування ковбаси йдуть на термокамери QXZ 1/1, а потім в холодильні камери КХН-2,94.

#### Термокамера QXZ 1/1



Рис. 4.7. Термокамера QXZ 1/1

#### Опис термокамери QXZ 1/1:

- Можливість варіння парою і гарячого копчення

					<b>Опис конструкції та вдосконалення обладнання</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		45

- Температурний монітор відображує температуру за показами трьох датчиків, у тому числі усередині продукту
- Циркуляційна система забезпечує рівномірний розподіл температури і повітряно–димової суміші по всьому об'єму термокамери
- Сенсорний монітор інформує про всі задані величини і показники
- Можливість складання і зберігання в пам'яті до 99 власних програм
- Можливість доступу з двох сторін для економічного використання виробничих площ

### Технічна характеристика термокамери QXZ 1/1

Габарити термокамери, мм:

довжина .....	1350
ширина .....	1510
висота .....	3000
Продуктивність, кг .....	250
Потужність, кВт .....	13
Пара високого тиску, МПа .....	0,3–0,8
Пара низького тиску, МПа .....	0,05–0,1
Температура високого тиску, °С .....	120
Температура низького тиску, °С .....	100
Габарити рами, мм:	
довжина .....	1000
ширина .....	1010
висота .....	1860
Маса, кг .....	1900
Використання повітря, кг/год .....	70

### Холодильна камера КХН–2,94

КХН – камера холодильная низкотемпературная.  
Стандартна камера йде в комплекті з дверним блоком з відкриваючими дверима, підлогою.

### Технічна характеристика холодильної камери КХН–2,94

Габаритні розміри, мм (м):

довжина .....	1360 (1,36)
ширина .....	1360 (1,36)
висота .....	2200 (2,2)
Внутрішній об'єм, м <sup>3</sup> .....	2,94
Товщина панелі, мм .....	80

Для того, що б наблизити розмір стандартної камери до бажаного можна використовувати розширювальні пояси – набір панелей, що дозволяє збільшувати розміри стандартних холодильних камер.

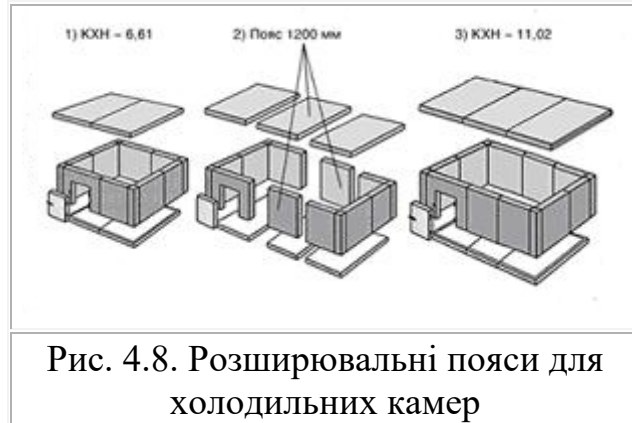


Рис. 4.8. Розширювальні пояси для холодильних камер

Наприклад: стандартна холодильна камера об'ємом 6,61 м<sup>3</sup> має розміри 1960x1960 мм (висота 2200 мм); вставивши розширювальний пояс шириною 1200 мм, отримаємо камеру розміру 1960x3160 мм і об'ємом 11,02 м<sup>3</sup>.

Із стандартної холодильної камери і розширювального поясу можна монтувати камери об'ємом від 3 до 30 м<sup>3</sup>. Застосовуючи розширювальні пояси при збиранні холодильних камер важливо, щоб стик панелей на стелі (підлозі) не збігався із стиком стінних панелей. Можливі варіанти розширення холодильної камери КХН–2,94:

Ширина камери – 1360 мм;

Розширювальні пояси – 1200, 900, 600, 300 мм.

## 5. Розробка і дослідження процесу виробництва варених ковбас з використанням високого тиску

### Використання моделей Максвелла і Кельвіна для опису вареної ковбаси

Для опису вареної ковбаси, як в'язко-пружного реологічного тіла, була прийнята трьохелементна модель, яка відноситься згідно класифікації моделей І. Гольдберга до моделей класу С, яка складається з двох пружин і одного демпфера і які являють собою суму моделей Максвелла і Кельвіна (рис. 5.1).

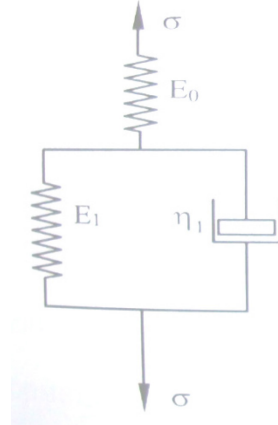


Рис. 5.1. Модель в'язко-пружного реологічного тіла

Рівняння трьохелементної моделі виводимо, використовуючи рівняння моделей Максвелла і Кельвіна, попередньо розглянувши кожну з них.

Модель Максвелла (рис. 5.2) складається з послідовно з'єднаних пружини і демпфера. Позначивши деформацію пружини буквою  $\varepsilon_1$ , деформацію демпфера –  $\varepsilon_2$ , рівняння основних елементів можна записати у вигляді:

$$\frac{\sigma}{E} = \varepsilon_1 \text{ і } \frac{\sigma}{\eta} = \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (5.1)$$

Загальний метод виведення рівняння моделі полягає в тому, що з рівнянь основних елементів за допомогою умов з'єднання виключаються частинні деформації і напруження.

Рівняння моделі Максвелла представляємо у вигляді (5.2):

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E}{\eta} \cdot \sigma = E \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (5.2)$$

Розглянемо поведінку моделі Максвелла при основних видах деформації і напруження.

У випадку постійної деформації, в початковий момент часу ( $t = 0$ ) моделі, вільної раніше від деформації і напруження, дана миттєва деформація  $\varepsilon_0$ , яка залишається в подальшому постійною. При цій умові  $\frac{d\varepsilon}{dt} = 0$ , і рівняння (5.2) приймає вигляд:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E}{\eta} \cdot \sigma = 0 \quad (5.3)$$

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата	<b>Розробка і дослідження високого тиску</b>	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.							48	
Перевір.						<b>Кauf. МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Рецензент								
Н.Контр.								
Затвердив								

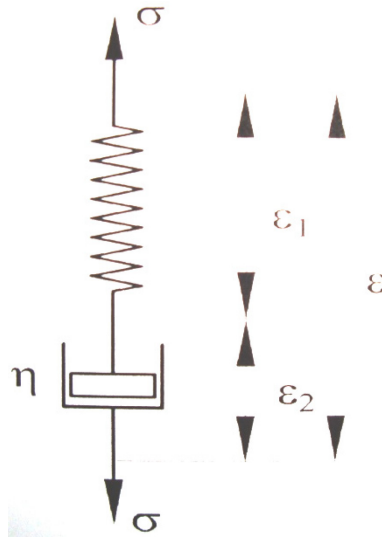


Рис. 5.2. Схема простої моделі Максвелла.

Розв'язок цього рівняння представлений у вигляді:

$\sigma = A \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t}$  (5.4), де  $A$  – довільна стала, яка визначається за початковою умовою при  $t = 0$ .

Миттєва деформація  $\varepsilon_0$  рівна деформації пружини  $\varepsilon_1(0)$ , так як демпфер не може отримати миттєвої деформації. Тому за законом Гука:

$$\sigma(0) = E \cdot \varepsilon_0 = E \cdot \varepsilon_1(0) = \sigma(0) \quad (5.5)$$

Поклавши в рівнянні (5.3)  $t = 0$  і порівнявши з рівнянням (5.4), отримали:

$$A = \sigma_0 = E \cdot \varepsilon_0 \quad (5.6)$$

І остаточно:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon_0 \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} = \sigma_0 \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} \quad (5.7)$$

Таким чином, при постійній деформації напруження монотонно зменшується від початкової величини  $\sigma_0$ , наближаючись до нуля при  $t \rightarrow \infty$ .

При розгляді процесу накладення і наступного знімання деформації деформація пружини пропорційна прикладеному напруженню, і, відповідно зменшується з плином часу, а сума деформацій пружини і демпфера весь час рівна  $\varepsilon_0$ , то для кожної деформації маємо наступне рівняння:

$$\varepsilon_{пружна} = \varepsilon_0 \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} \quad (5.8)$$

$$\varepsilon_{в'язка} = \varepsilon_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{E}{\eta}t}\right) \quad (5.9)$$

При постійній швидкості деформації рівняння (5.2) приймає вигляд:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E}{\eta} \cdot \sigma = E \cdot v_0 \quad (5.10), \text{ розв'язок якого представлений у вигляді:}$$

$$\sigma = A \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} + \eta \cdot v_0 \quad (5.11), \text{ де } A \text{ – довільна стала.}$$

І остаточно:

$$\sigma = (\sigma_0 - \eta \cdot v_0) \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} + \eta \cdot v_0 = (E \cdot \varepsilon_0 - \eta \cdot v_0) \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t} + \eta \cdot v_0 \quad (5.12)$$

При постійному напруженні рівняння (2) прийме вигляд:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\sigma_0}{\eta}, \quad t \geq 0 \quad (5.13)$$

Інтегруючи це рівняння, отримали:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{\eta} \cdot t + A \quad (5.14)$$

Деформація в момент  $t = t_1$  визначається за рівнянням (15):

$$\varepsilon(t_1) = \frac{\sigma_0}{\eta} \cdot t_1 + \varepsilon_0 \quad (5.15)$$

І залишкова деформація після знімання напруження буде рівною:

$$\varepsilon_{\text{залишкова}} = \frac{\sigma_0}{\eta} \cdot t_1 + \varepsilon_0 \quad (5.16)$$

Таким чином, модель Максвелла має миттєву деформацію і в'язку течію, але не має запізнюючої (пружної) деформації.

Модель Кельвіна складається із з'єднаних паралельно пружини і демпфера (рис. 5.3).

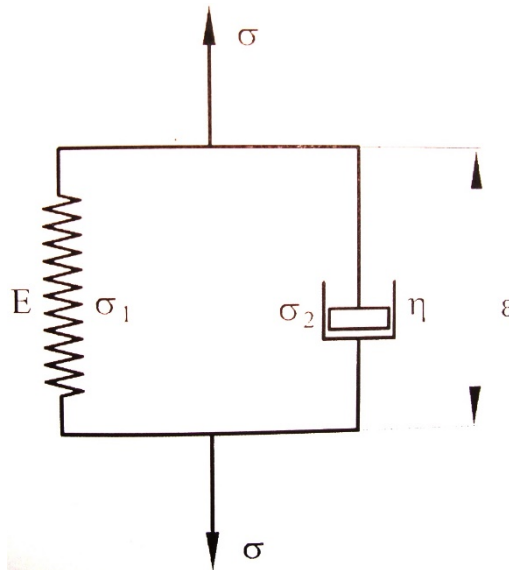


Рис. 5.3. Схема простої моделі Кельвіна

Позначимо напруження в пружині через  $\sigma_1$ , напруження в демпфері через  $\sigma_2$ . На підставі умови паралельного з'єднання рівняння основних елементів представлене у вигляді:

$$\sigma_1 = E \cdot \varepsilon \text{ і } \sigma_2 = \eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (5.17)$$

Склавши ці рівняння отримали моделі Кельвіна (5.18):

$$\eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} + E \cdot \varepsilon = \sigma \quad (5.18)$$

Розглянемо поведінку моделі Кельвіна при основних видах деформації і напруження.

При постійному напруженні маємо умову:

$$\sigma = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \sigma_0, & t \geq 0 \end{cases}$$

І рівняння (18) прийняло вигляд (5.19):

$$\frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{E}{\eta} \cdot \varepsilon = \frac{\sigma_0}{\eta}, \quad t \geq 0 \quad (5.19)$$

Розв'язок даного рівняння представлений у вигляді (5.20):

$$\varepsilon = A \cdot e^{-\frac{E}{\eta} \cdot t} + \frac{\sigma_0}{E}, \quad t \geq 0 \quad (5.20)$$

Довільну сталу  $A$  визначали за початковою умовою при  $t = 0$ . Напруження  $\sigma_0$ , прикладене в початковий момент, не може викликати миттєві деформації моделі Кельвіна, так як демпфер, з'єднаний паралельно з пружиною, не дає їй миттєво деформуватися. Тому початкове значення буде  $\varepsilon(0) = 0$ , і довільна стала  $A$  із рівняння (5.20) при  $t = 0$  дорівнює:

$$A = -\frac{\sigma_0}{E} \quad (5.21)$$

Підставивши знайдене значення  $A$  в рівняння (5.20), отримали вираз:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} \cdot \left(1 - e^{-\frac{E}{\eta}t}\right) \quad (5.22)$$

Після зняття напруження в момент  $t = t_1$  отримали наступну залежність зміни деформації (5.23):

$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} \cdot \left(e^{-\frac{E}{\eta}t_1} - 1\right) \cdot e^{-\frac{E}{\eta}t}, \quad t \geq t_1 \quad (5.23)$$

Стала деформація для моделі Кельвіна неможлива, так як ця модель не допускає миттєвої деформації і можлива ситуація тільки сталої швидкості деформації.

Рівняння моделі класу  $C$ , отримали, виконавши складення двох раніше розглянутих моделей:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_0 + E_1}{\eta_1} \cdot \sigma = E_0 \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{E_0 \cdot E_1}{\eta_1} \cdot \varepsilon \quad (5.24)$$

Таким чином, модель класу  $C$  має властивості простої моделі Максвелла і простої моделі Кельвіна, так як при окремих значеннях сталих модель класу  $C$  переходить в уже розглянуті моделі. Якщо для прийнятої моделі значення  $E_0 = 0$ , отримаємо модель Максвелла; якщо  $E_1 = \infty$ , то отримаємо модель Кельвіна.

### **Використання моделі Максвелла для дослідження процесу формування вареної ковбаси з однорідним фаршем**

Напруження і деформація батона ВКОФ, при її виробництві з використанням ВТ, формуються на двох етапах процесу: формування ковбасного виробу в оболонку і обробки даного виробу ВТ.

На етапі формування батона вареної ковбаси проводиться шприцювання ковбасного фаршу в натуральну або синтетичну оболонку. Шприцювання ВКОФ проводиться при тиску  $(4,9-5,9) \cdot 10^5$  Па. Еластичність і пружність ковбасних оболонок (деякі оболонки допускають збільшення свого об'єму до 100 %), ущільнення фаршу в процесі його осадження після шприцювання, призводить до того, що тиск в ковбасному батоні вирівнюється по його об'єму і складає  $5 \cdot 10^5$  Па.

Величина густини наповнення ковбасної оболонки, що залежить від тиску, грає велику роль в формуванні якісних і кількісних параметрів готової продукції. В той же час практично відсутнє наукове обґрунтування величини тиску шприцювання фаршу в різні оболонки.

При формуванні ВКОФ в оболонку виникають зміни фізико-хімічних, термодинамічних і кінетичних властивостей як власне фаршу, так і ковбасної оболонки, призначеної для збереження форми продукту, наданні йому необхідних зовнішніх ознак і збереження якості.

					<b>Розробка і дослідження високого тиску</b>	Лист
						51
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Для опису досліджуваного процесу (наповн. фаршу ВКОФ в ковб. оболонку) і його наступного моделювання в програмному комплексі ELCUT була використана модель Максвелла, яка є частиною прийнятої реологічної моделі (рис. 5.1) і описує реологічне в'язкопружне тіло з релаксацією деформації. (рис. 5.4).

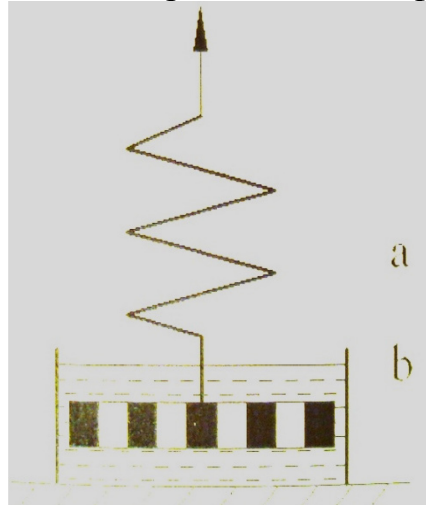


Рис. 5.4. Модель в'язкопружного реологічного тіла з релаксацією деформацій (модель Максвелла), використана при моделюванні: а – пружний елемент (пружина); б – в'язкий елемент (циліндр і поршень з отворами)

Під дією напружень в тілі виникають деформації, які мають за час певну швидкість:

$$\dot{\varepsilon} = d\varepsilon/dt \quad (5.25),$$

яка складається із пружної  $\dot{\varepsilon}_{\text{пруж.}}$  і в'язкої  $\dot{\varepsilon}_{\text{в'яз.}}$  складових.

Пружну складову знаходять диференціюванням по часу за законом Гука:

$$\left(\frac{d\varepsilon}{dt}\right)_{\text{пруж.}} = \frac{d\theta}{(Gdt)} = \dot{\varepsilon} \cdot G \quad (5.26), \text{ де } G - \text{модуль пружності другого роду.}$$

В'язку складову визначаємо із рівняння Ньютонна:

$$\left(\frac{d\varepsilon}{dt}\right)_{\text{в'яз.}} = \frac{\dot{\theta}}{\eta} \quad (5.27)$$

Додавши дві складові, отримуємо рівняння Максвелла:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\theta}{(Gdt)} + \frac{\dot{\theta}}{\eta} \quad (5.28),$$

$$\eta \cdot \dot{\varepsilon} = \frac{\eta\dot{\theta}}{G} + \theta \quad (5.29),$$

яке можна проінтегрувати для окремих випадків.

Якщо припустити, що деформація постійна, тобто  $\dot{\varepsilon} = 0$ , то можна спостерігати процес розсмоктування релаксацій напружень, причому при  $t = 0$  напруження рівне якомусь початковому значенню  $\theta = \theta_1$ . При інтегруванні в межах від  $\theta_1$  до  $\theta$  і від 0 до  $t$  отримуємо рівняння:

$$\theta = \theta_1 \cdot e^{-\frac{Gt}{\eta}} \quad (5.30),$$

яке називається експоненціальним законом релаксації напружень. Якщо в цьому рівнянні  $\frac{\eta}{G}$  позначити через  $t_p$ , то рівняння прийме такий вигляд:

$$\theta = \theta_1 \cdot e^{-\frac{t}{t_p}} \quad (5.31),$$

де  $t_p$  – період релаксації, сек.

Період релаксації характеризує швидкість процесу переходу в систему з нерівноважного термодинамічного стану, викликаного зовнішнім впливом, в стан термодинамічної рівноваги. За цей період напруження зменшується в 2,7 рази.

### **Моделювання компресійних процесів при виробництві варених ковбас з однорідним фаршем з використанням високого тиску в системі ELCUT**

Комплекс ELCUT може вирішувати задачі теорії пружності в постановках плоских напружень, плоских деформацій і вісесиметричного напруженого стану з ізотропними або ортотропними властивостями матеріалів.

Задача плоских напружень підходить для аналізу структур, тонких по глибині, які навантажені в площині моделі. Напруження в напрямі, нормальному до площини моделі, передбачається відсутнім.

Задача плоских деформацій передбачає відсутність деформацій поза площиною моделі. Ця задача підходить для моделювання об'єктів з дуже великою товщиною в напрямі, нормальному до площини моделі.

### **Моделювання процесу формування та обробки високим тиском вареної ковбаси з однорідним фаршем при її виробництві**

Для дослідження процесу формування вареної ковбаси в оболонку і обробки її високим тиском була розроблена модель з використанням кінцево-елементного моделювання в програмному комплексі ELCUT.

У всіх постановках вісесиметричних задач поле переміщень однозначно визначається двома компонентами вектора переміщень:

$$\{\delta\} = \begin{Bmatrix} \delta_z \\ \delta_r \end{Bmatrix} \quad (5.32).$$

В обох постановках розглядається лише по три компоненти деформацій і напружень. Деформація пов'язана з переміщенням співвідношенням:

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ \varepsilon_r \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial \delta_x}{\partial x} \\ \frac{\partial \delta_y}{\partial y} \\ \frac{\partial \delta_x}{\partial y} + \frac{\partial \delta_y}{\partial x} \end{Bmatrix} \quad (5.33)$$

Відповідне їй напруження виражається так:

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} \quad (5.34)$$

У вісесиметричному випадку радіальне переміщення приводить до деформації  $\varepsilon_\theta$  в напрямі, перпендикулярному до площини моделі, тому вираз для повної деформації має вигляд:

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ \varepsilon_r \\ \varepsilon_\theta \\ \gamma_{rz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial \delta_z}{\partial z} \\ \frac{\partial \delta_r}{\partial r} \\ \frac{\delta_r}{r} \\ \frac{\partial \delta_z}{\partial r} + \frac{\partial \delta_r}{\partial z} \end{Bmatrix} \quad (5.35)$$

Існуючі компоненти напружень:

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_z \\ \sigma_r \\ \sigma_\theta \\ \tau_{rz} \end{Bmatrix} \quad (5.36)$$

Рівняння статичної рівноваги для вісесиметричних задач має наступний вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \sigma_r)}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} = -f_r \\ \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \tau_{rz})}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = -f_z \end{array} \right\} \quad (5.37),$$

де  $f_z, f_r$  – компоненти вектора густини об'ємної сили.

Співвідношення між пружностями і деформаціями при пружній поведінці матеріалів виражається залежністю:

$$\{\sigma\} = [D] \cdot (\{\varepsilon\} - \{\varepsilon_0\}) \quad (5.38),$$

де  $[D]$  – матриця пружності,  $\varepsilon_0$  – початкова температурна деформація, яка викликана перепадом температур.

Вид матриці пружності залежить від використовуваної постановки задачі. Для вісесиметричної задачі та ізотропного матеріалу:

$$[D] = \frac{E \cdot (1-\nu)}{(1+\nu) \cdot (1-2 \cdot \nu)} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \frac{\nu}{(1-\nu)} & \frac{\nu}{(1-\nu)} & 0 \\ \frac{\nu}{(1-\nu)} & 1 & \frac{\nu}{(1-\nu)} & 0 \\ \frac{\nu}{(1-\nu)} & \frac{\nu}{(1-\nu)} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2 \cdot \nu}{2 \cdot (1-\nu)} \end{bmatrix} \quad (5.39)$$

У цій формулі:  $E$  – модуль Юнга;  $\nu$  – коефіцієнт Пуассона.

Моделювання процесу формування було виконано наступним способом: ковбасний фарш (в'язкопружний матеріал) був завернутий в оболонку (пружний матеріал) і піддався односторонньому тиску. Представимо батон ковбаси у вигляді перерізу достатньо довгого циліндра радіусом 60 мм, висотою 10 мм, так що крайовими ефектами можна знехтувати.

Товщина синтетичної оболонки складає  $h = 0,07 - 0,1 \cdot 10^{-3}$  м; модуль пружності оболонки –  $E_{обол} = 5 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>; коефіцієнт Пуассона –  $\nu_{обол} = 0,49$ .

Товщина натуральної оболонки складає  $h = 0,07 - 0,1 \cdot 10^{-3}$  м; модуль пружності оболонки –  $E_{обол} = 3 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>; коефіцієнт Пуассона –  $\nu_{обол} = 0,49$ .

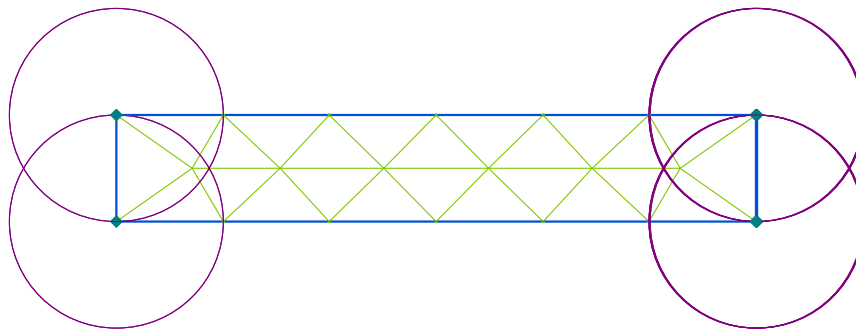


Рис.5.5. Геометрична модель батона вареної ковбаси

При моделюванні формування (0,6 МПа) були отримані картини поля і графіки: критерія міцності Мізеса; радіального напруження по zz; загального переміщення; радіальних деформацій по zz.

### Критерій міцності Мізеса

Крите

$\sigma_M (1)$

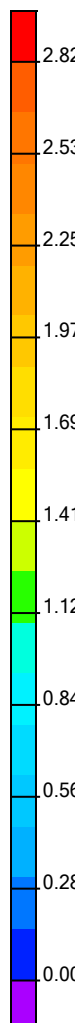


Рис. 5.6. Картина поля критерія міцності Мізеса

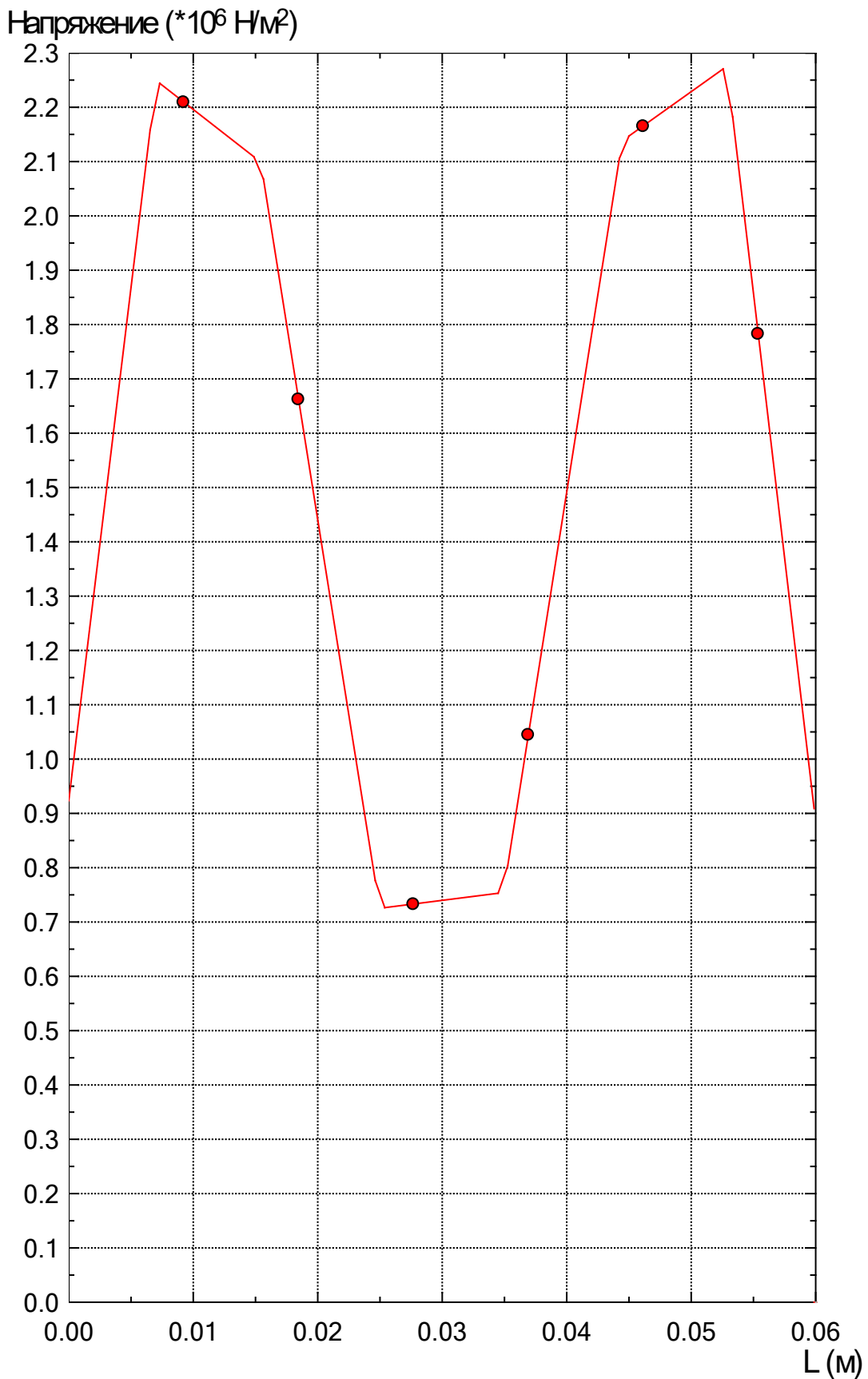


Рис. 5.7. Графік критерія міцності Мізеса

Аналіз картини поля і графіка критерія Мізеса показав, що максимальне напруження (2,25 МПа) буде в середині батона і біля оболонки, а мінімальне (0,72 МПа) – між серединою і оболонкою.

## Напруження по ZZ

Напр:

$\sigma_{zz}$  (10



Рис. 5.8. Картина поля напруження по ZZ

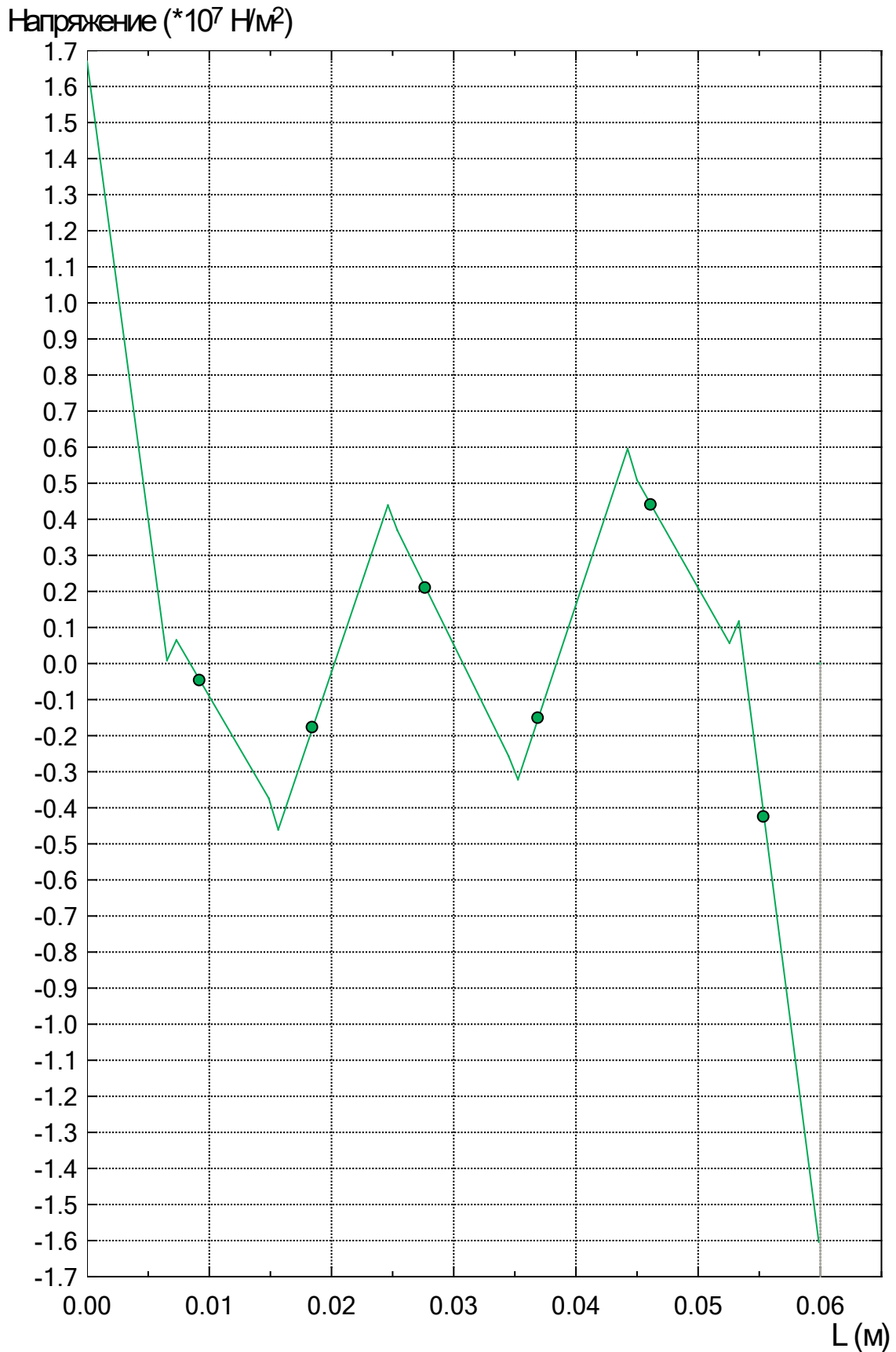


Рис. 5.9. Графік напруження по zz

Аналіз картини поля і графіка радіального напруження по zz показав, що максимальне напруження (16,5 МПа) буде в середині батона, а мінімальне (-16 МПа) – біля оболонки.

## Загальне переміщення

Переміщення

( $10^{-6}$ )



Рис. 5.10. Картина поля загального переміщення

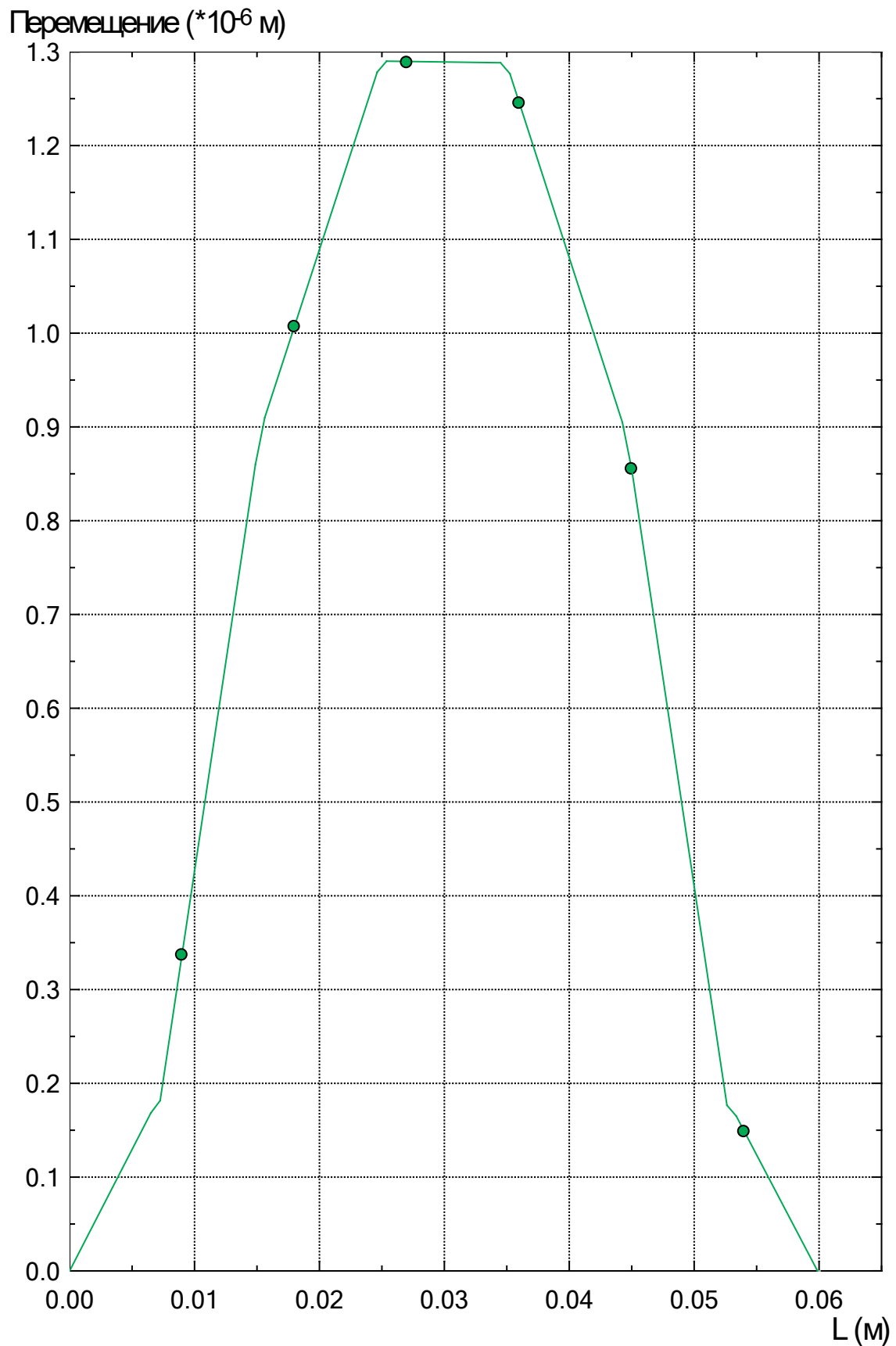


Рис. 5.11. Графік загального переміщення

Аналіз картини поля і графіка загального переміщення показав, що максимальне переміщення ( $1,3 \cdot 10^{-6}$  м) буде між серединою і оболонкою, а мінімальне (0 м) – в середині батона і біля оболонки.

## Деформації по ZZ

Дефо  
zz (1C



Рис. 5.12. Картина поля деформації по zz

						Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		61

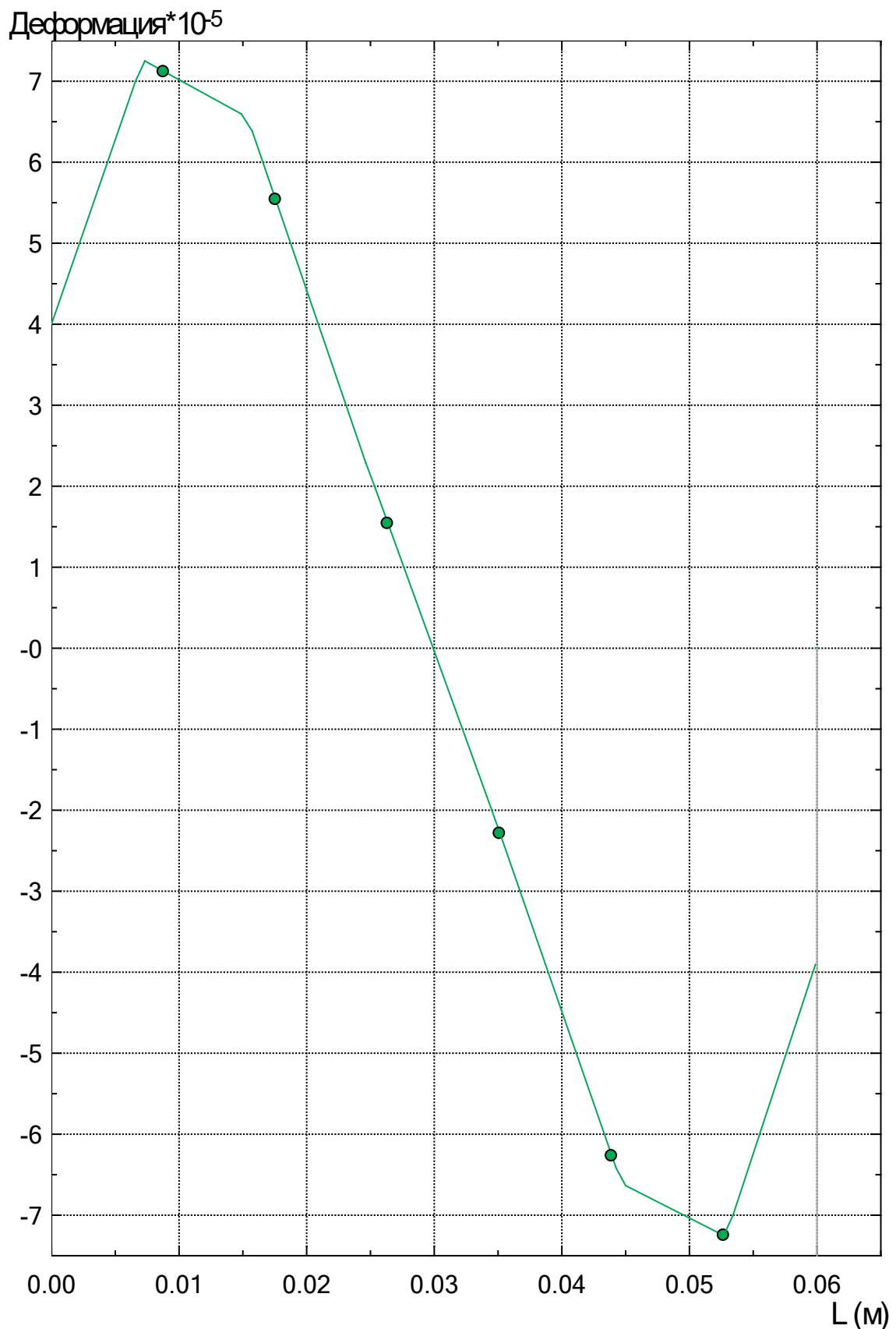


Рис. 5.13. Графік деформації по zz

Аналіз картини поля і графіка радіальних деформацій по zz показав, що максимальна деформація ( $7 \cdot 10^{-5}$ ) буде в середині батона, а мінімальна ( $-7 \cdot 10^{-5}$ ) – біля оболонки.

Для моделювання процесу обробки батона ковбаси високим тиском були використані такі ж моделі, як і для формування.

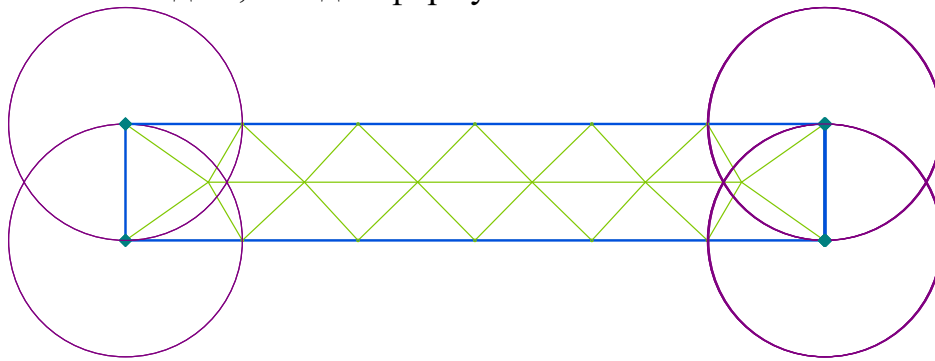


Рис. 5.14. Геометрична модель батона вареної ковбаси

При моделюванні процесу обробки тиском (850 МПа) були отримані картини поля і графіки: критерія міцності Мізеса; радіального напруження по zz; загального переміщення; радіальних деформацій по zz.

### Критерій міцності Мізеса

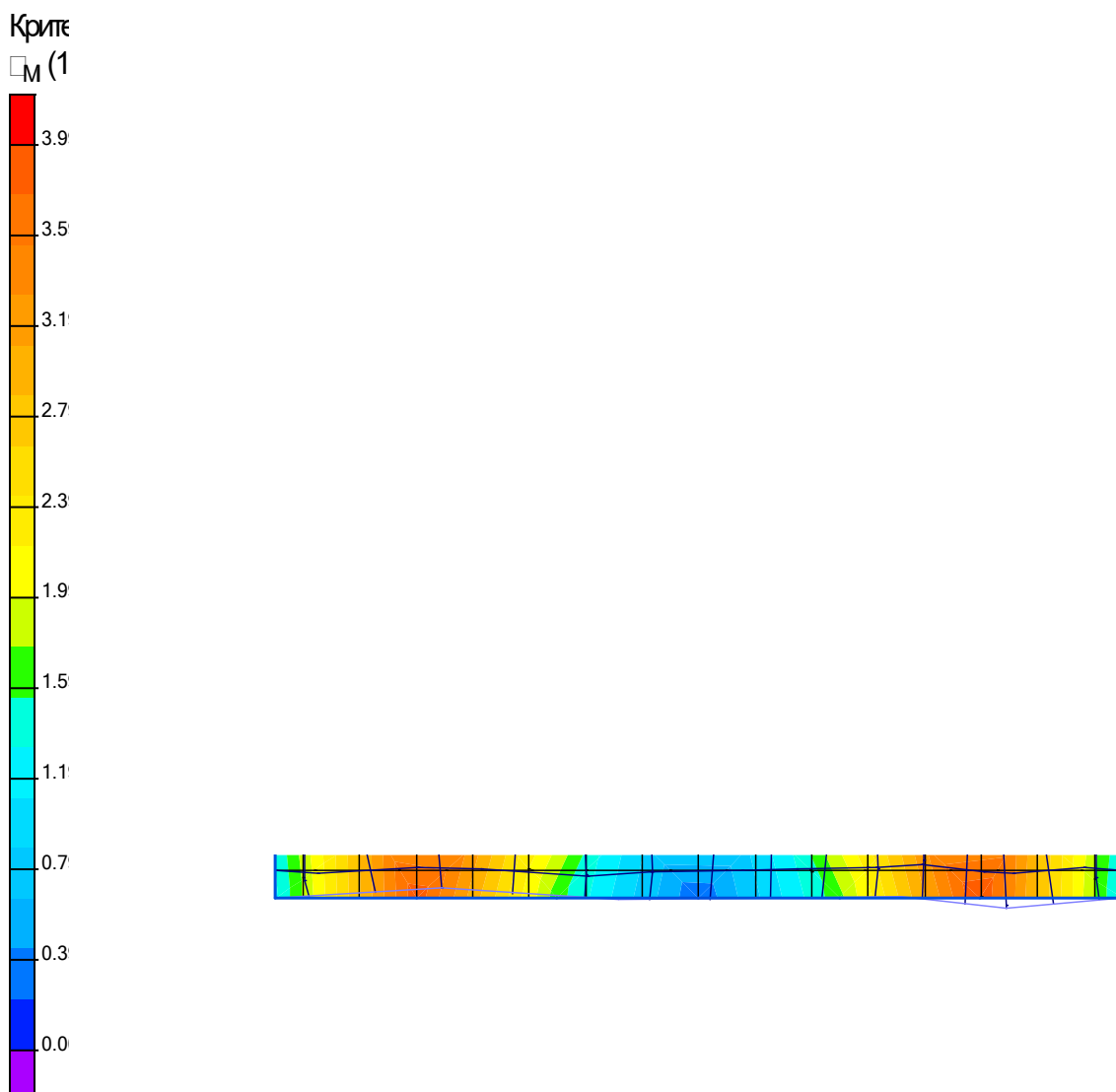


Рис. 5.15. Картина поля критерія міцності Мізеса

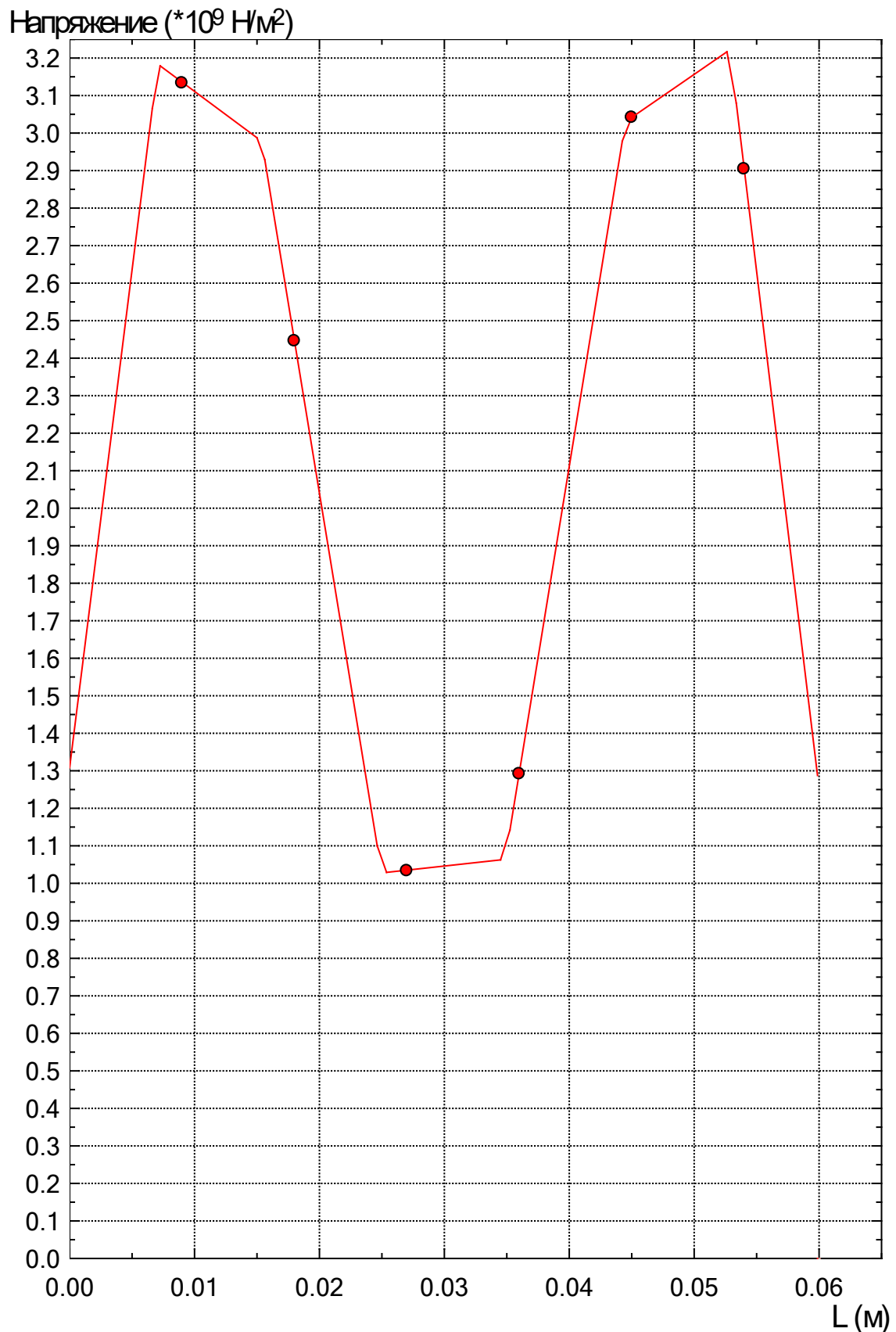


Рис. 5.16. Графік критерія міцності Мізеса

Аналіз картини поля і графіка критерія Мізеса показав, що максимальне напруження (3150 МПа) буде всередині батона і біля оболонки, а мінімальне (1050 МПа) – між серединою і оболонкою.

## Напруження по ZZ

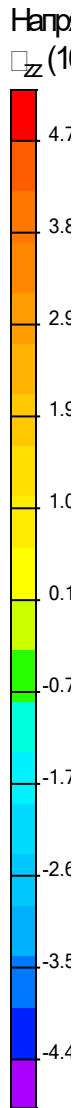


Рис. 5.17. Картина поля напруження по ZZ

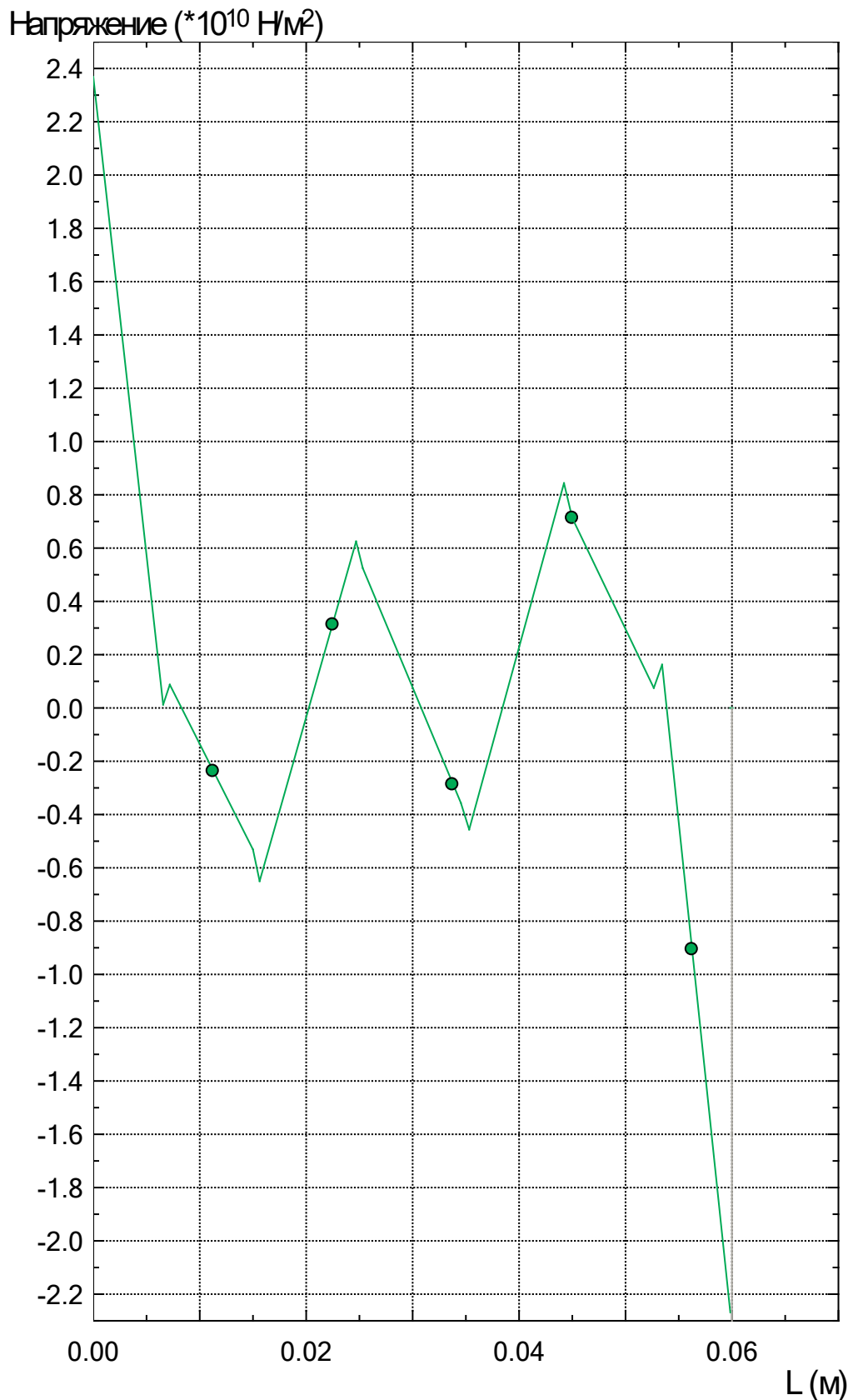


Рис. 5.18. Графік напруження по  $zz$

Аналіз картини поля і графіка радіального напруження по  $zz$  показав, що максимальне напруження (23000 МПа) буде всередині батона, а мінімальне ( $-22000$  МПа) – біля оболонки.

## Загальне переміщення

Пере

$\square(10^4$



Рис. 5.19. Картина поля загального переміщення

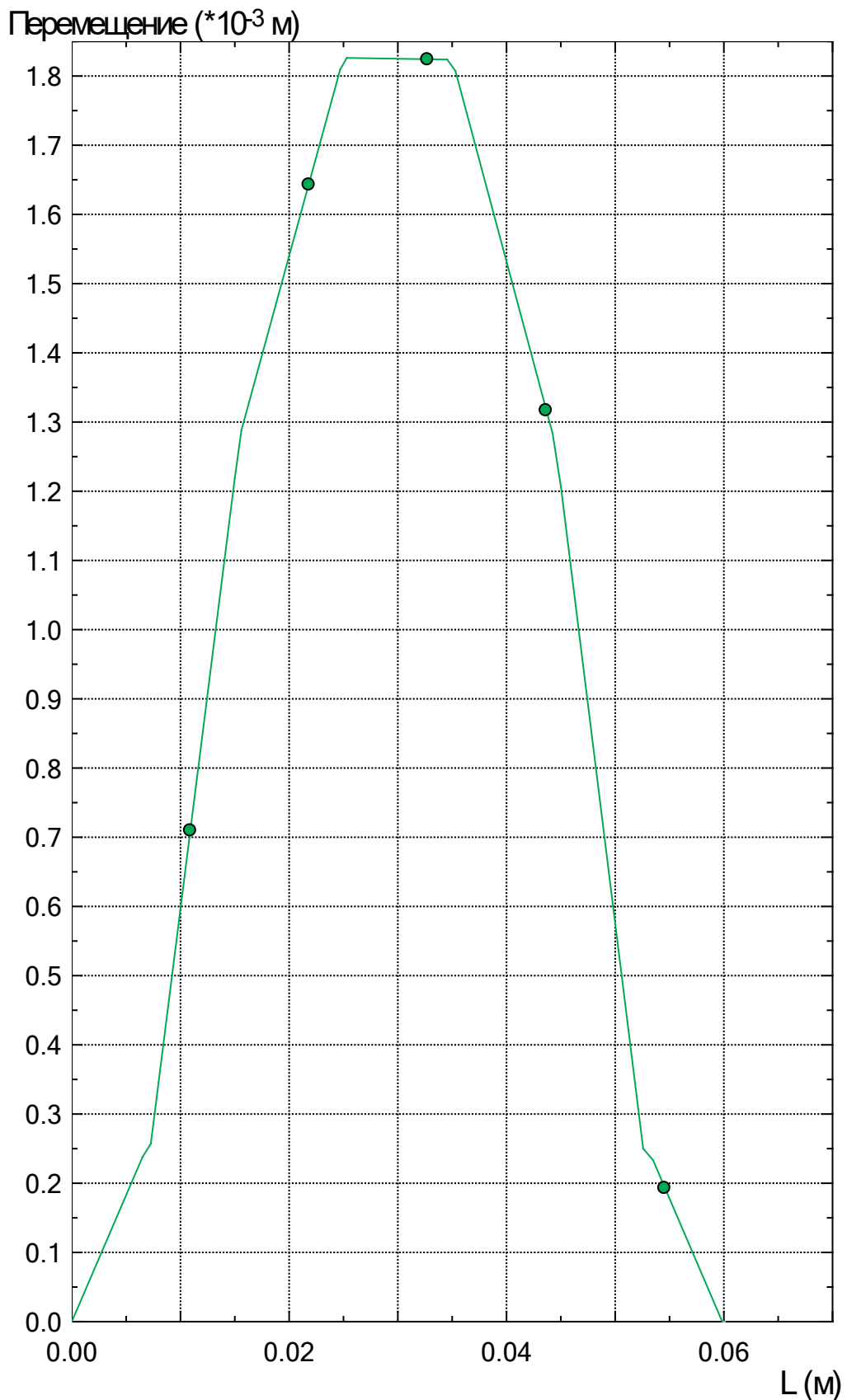


Рис. 5.20. Картина поля загального переміщення

Аналіз картини поля і графіка загального переміщення показав, що максимальне переміщення ( $1,8 \cdot 10^{-3}$  м) буде між серединою і оболонкою, а мінімальне (0 м) – в середині батона і біля оболонки.

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата

## Деформації по ZZ

Деф

zz



Рис. 5.21. Картина поля деформації по zz

						Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		69

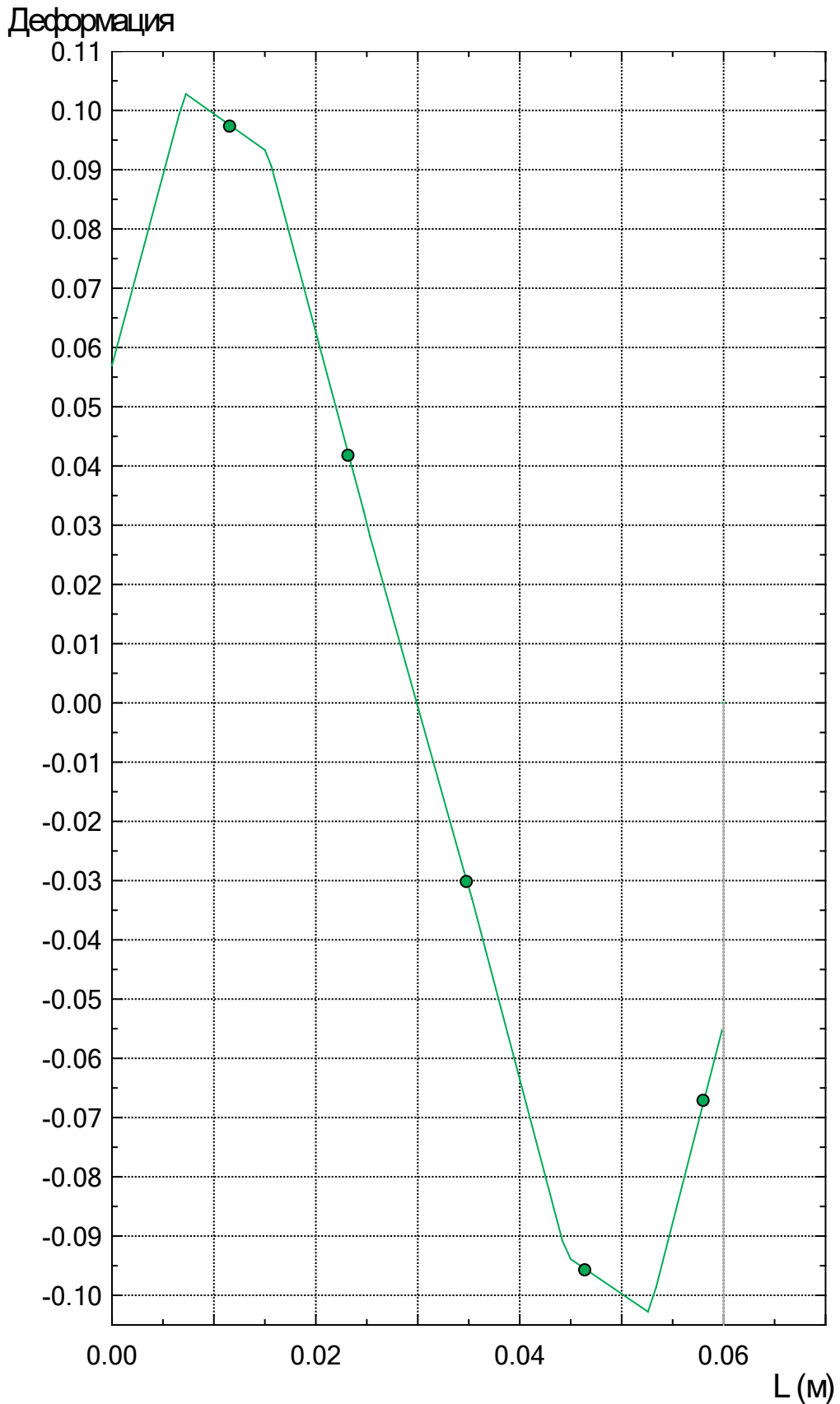


Рис. 5.22. Графік деформації по zz

Аналіз картини поля і графіка радіальних деформацій по zz показав, що максимальна деформація (0,1) буде в середині батона, а мінімальна (-0,1) – біля оболонки.

Моделювання компресійних процесів при виробництві варених ковбас з однорідним фаршем з використанням високого тиску в системі ELCUT, як на стадії формування батона, так і на стадії його обробки високим тиском, дозволило отримати картини поля і графіки зміни: критерія міцності Мізеса, радіальні напруження вздовж перерізу батона, загального переміщення, радіальних деформації вздовж перерізу батона вареної ковбаси з однорідним фаршем при її формуванні під тиском 0,6 МПа в синтетичну і натуральну оболонки; картини поля і графіки зміни: критерія міцності Мізеса, радіальні напруження вздовж перерізу батона, загального переміщення, радіальних деформації вздовж перерізу батона вареної ковбаси з однорідним фаршем при її обробці високим тиском 850 МПа в синтетичну і натуральну оболонки.

### Обладнання експериментальних досліджень

Обробка досліджуваних зразків ковбаси високим тиском здійснювалась на установці високого тиску. Установка високого тиску призначена для дослідження впливу високого гідростатичного тиску (до 1000 МПа) і температури від  $-20$  до  $+80$  °С на харчові продукти, медичинські препарати, біологічні об'єкти.

Максимальний тиск в камері високого тиску при кімнатній температурі – 1000 МПа.

Робочий тиск в камері високого тиску – 900 МПа.

Робочий діаметр каналу камери високого тиску – 40,38 мм.

Робоче переміщення поршня – від 53 мм ( $V3_{max}$ ) до 153 мм ( $V3_{min}$ ).

Максимальна висота досліджуваного об'єкту – 120 мм.

Робочий діапазон температур – ( $-20...+80$  °С).

Максимальна температура в камері високого тиску – ( $+100$  °С).

Мінімальна температура в камері високого тиску – ( $-40$  °С).

Робоче зусилля преса для досягнення тиску в камері високого тиску 800 МПа –  $1,0143 \cdot 10^6$  Н (103,5 Т).

Максимальне зусилля преса для досягнення тиску в камері високого тиску 1000 МПа –  $1,274 \cdot 10^6$  Н (130 Т).

Датчик температури – мідь-константанова термопара.

Чутливість системи реєстрації температури – 0,1 °С.

Точність реєстрації температури –  $\pm 0,5$  °С.

Датчик тиску – манганінова котушка з  $R_0 \sim 210$  Ом.

Поправка до тиску з врахуванням залежності котушки від тиску і температури – автоматична.

Чутливість системи реєстрації тиску – 1 МПа.

Точність системи реєстрації тиску –  $\pm 10$  МПа.

Датчик регулювання температури – терморезистор.

Точність системи підтримки температури в камері високого тиску –  $\pm 0,2$  °С.

Точність задання температури –  $\pm 2$  °С.

					<b>Розробка і дослідження високого тиску</b>	Лист
						71
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Охолодження камери високого тиску – рідким азотом; ступінчаста (5 діапазонів) і плавне регулювання.

Документування і безперервна реєстрація даних – персональним комп'ютером.

### **Визначення раціональних параметрів процесу обробки готової ковбаси з метою збільшення строків її зберігання**

В зв'язку з тим, що механізм дії тиску на білок аналогічний механізму теплової обробки (варіння), то теплову обробку можна замінити на процес обробки високим тиском.

При цьому, якість виготовленої ковбаси була визначена, перш за все її готовністю, а потім – бактеріологічною насиченістю і органолептичними показниками.

При виборі параметрів процесу керувалися наступними міркуваннями. Температура процесу:  $20 \pm 0,5$  °С відповідає температурі у виробничих приміщеннях, що виключає необхідність додаткових енерговитрат на підігрів або охолодження продукту, який має відмінну від даної температуру. Тривалість процесу – 55 – 65 хв.

#### **Методика термообробки.**

Батони ковбаси виготовляються з 10% переповненням і використанням бар'єрної оболонки АМІФЛЕКС тип Т калібру 65 мм. Використовується ступінчаста термообробка, при якій: батон ковбаси поміщується в термокамеру з температурою 50 °С, щоб запобігти неконтрольованій усадці і деформації батона. Ступінчасте варіння заключається в покроковому збільшенні температури в термокамері по мірі того, як температура в центрі продукту досягає температури гріючого середовища. Перші стадії – це нагрівання при помірних температурах – 50, 60, 70 °С для забезпечення повільної коагуляції білків і перерозподілення температури по всьому об'єму батона. Остання стадія – доведення продукту до кулінарної готовності (72 °С в центрі батона впродовж 10–15 хвилин).

#### **Методика обробки ковбаси високим тиском.**

Батони ковбаси виготовляються з 10% переповненням і використанням бар'єрної оболонки АМІФЛЕКС тип Т калібру 40 мм. Зміна калібру відбулася внаслідок того, що діаметр робочої камери установки високого тиску становить 42 мм. В камерах високого тиску ковбаса оброблюється тисками від 400 до 900 МПа при температурі процесу –  $20 \pm 2$  °С. Тривалість обробки – 55 хв.

### **Експериментальні дослідження компресійних характеристик фаршу варених ковбас з однорідним фаршем на різних стадіях її виробництва з використанням високого тиску і теплової обробки**

У відповідності з прийнятими методиками досліджень були виконані експериментальні дослідження компресійних характеристик зразків варених

					Розробка і дослідження високого тиску	Лист
						72
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

ковбас з однорідним фаршем, оброблених високим тиском на різних стадіях її виробництва:

- ковбасний фарш;
- ковбасний фарш після його жаріння перед стадією варіння;
- варених ковбас з однорідним фаршем.

Результати досліджень приведені на рис. 5.23–5.27.

В зв'язку з тим, що результати експериментальних досліджень реєструються на персональному комп'ютері установки високого тиску як в цифровому вигляді (200 реєстрацій в секунду кожного із контрольованих параметрів), так і в графічному вигляді, залежності на рис. 5.23–5.27 отримані як графічне усереднення 3-х отриманих залежностей, отриманих на персональному комп'ютері при дослідженні кожного із зразків.

Пружні властивості досліджуваних зразків визначали зі збільшенням тиску від атмосферного до 850 МПа. У відповідності з методикою експериментальних досліджень, яка враховує гістерезисні явища при дослідженні компресійних показників у досліджуваних об'єктів, запис контрольованих параметрів здійснювали як в період збільшення тиску від 0 до величини  $P$  ( $0-P$ ), так і в зворотньому напрямку при зменшенні величини тиску від значення  $P$  до 0 МПа ( $P-0$ ).

Вихідними залежностями, які використовувані програмним забезпеченням дослідницьким комплексом високого тиску, є залежності зміни абсолютного і відносного об'ємів продукту. Графіки даних залежностей приведені в рисунках 5.23 і 5.24. Аналіз даних залежностей показує величину залишкових деформацій досліджуваних зразків після зняття тиску. При цьому, для випадку дослідження зміни їх відносного об'єму найбільші залишкові деформації мали місце у зразків сирого ковбасного фаршу, і найменші – у зразків вареної ковбаси.

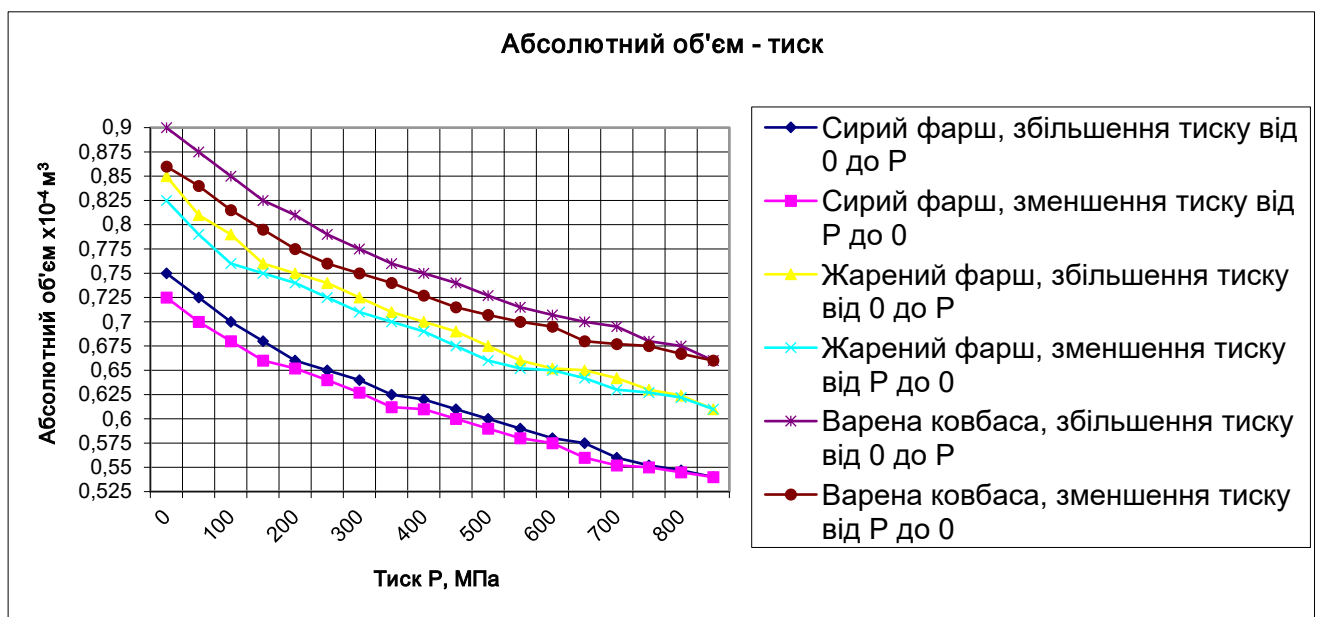


Рис. 5.23. Зміна абсолютного значення об'єму досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

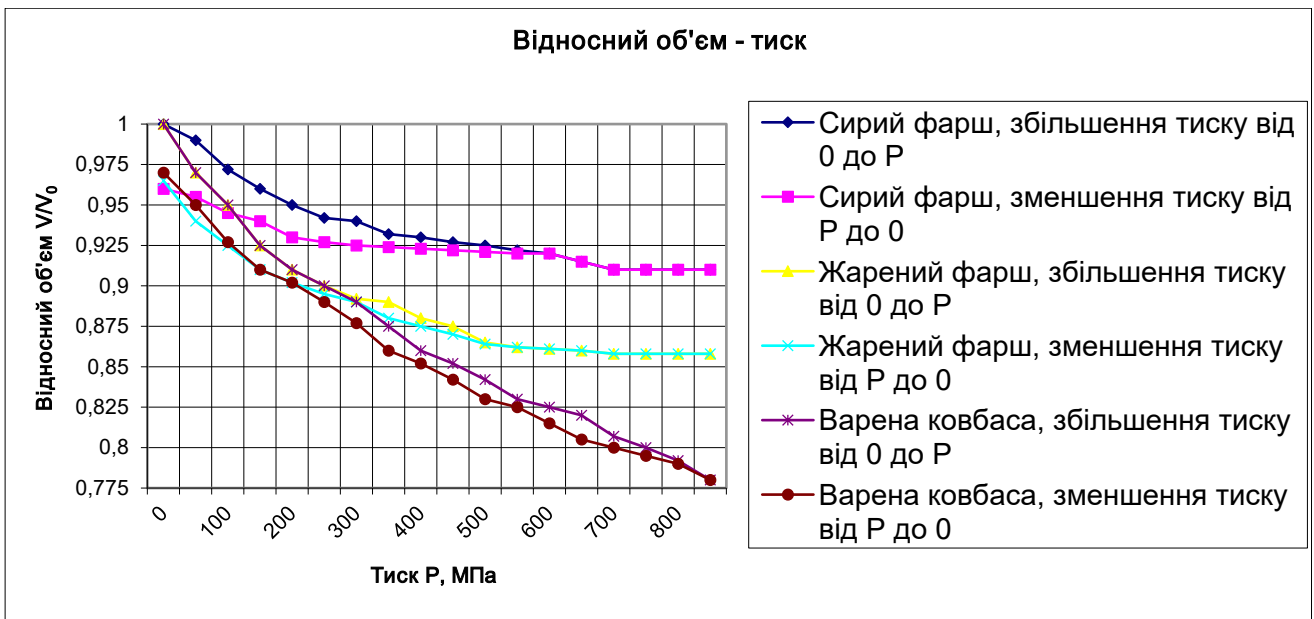


Рис. 5.24. Зміна відносного об'єму досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

Зміна густини досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском представлені на рис. 5.25. При доведенні тиску до 850 МПа густина всіх досліджуваних зразків лежить в інтервалі  $\rho=1375\text{--}1380\text{ кг/м}^3$ , при зниженні тиску до 0 найбільшу зміну густини зазнає сирий зразок, а найменше – варений.

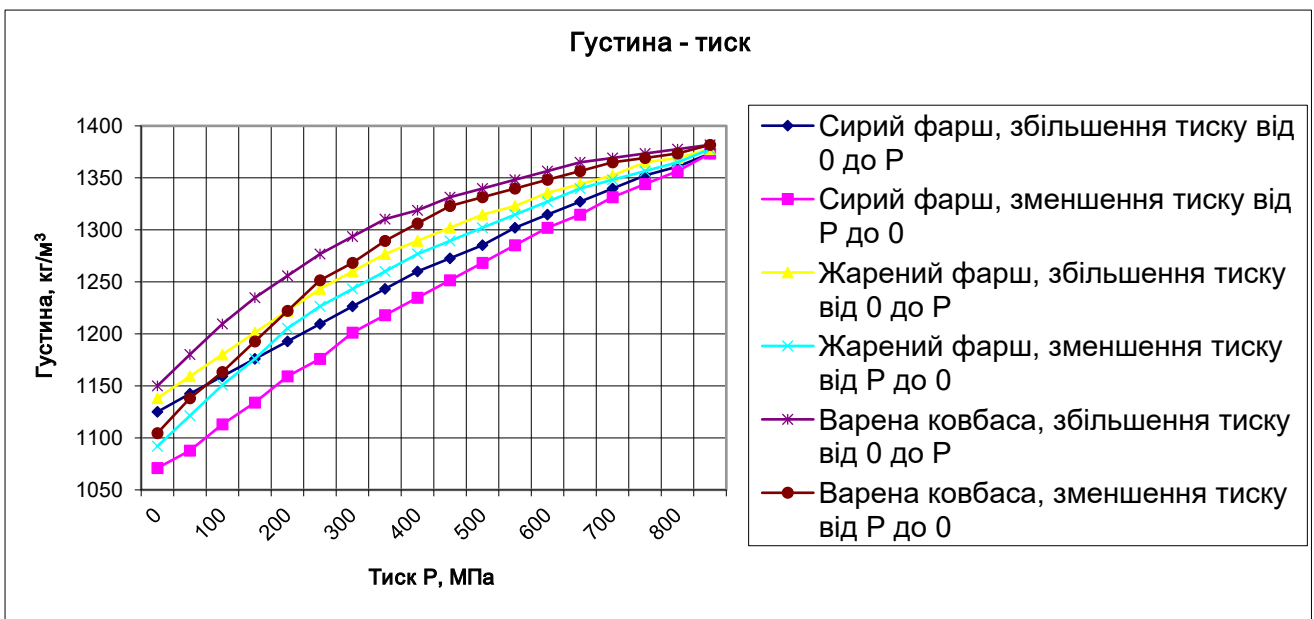


Рис. 5.25. Зміна густини досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

У відповідності з раніше прийнятою методикою, були визначені значення коефіцієнта стисливості, модуля об'ємної пружності досліджуваних зразків. Графіки даних залежностей приведені на рис. 5.26 і 5.27. Аналіз даних залежностей дозволяє констатувати наступне: із 3-х оброблених зразків найбільшої зміни коефіцієнта стисливості зазнає сирий зразок, при цьому максимальні значення виникають при нагнітанні тиску від 0 до 200 МПа, при

тиску 850 МПа коефіцієнт стисливості всіх оброблюваних зразків лежить в інтервалі  $0,25 \dots 0,35 \text{ МПа}^{-1} \cdot 10^{-3}$ , після обробки і зниження тиску до атмосферного він складе у сирого – 4,5, а у вареного –  $2,8 \text{ МПа}^{-1} \cdot 10^{-3}$ . Найбільшої зміни значення модуля об'ємної пружності зазнає сирий зразок 9300 МПа, в той час, як варений всього лише 3800 МПа. При зниженні тиску до 0 значення даного показника лежать в інтервалі 200...300 МПа.

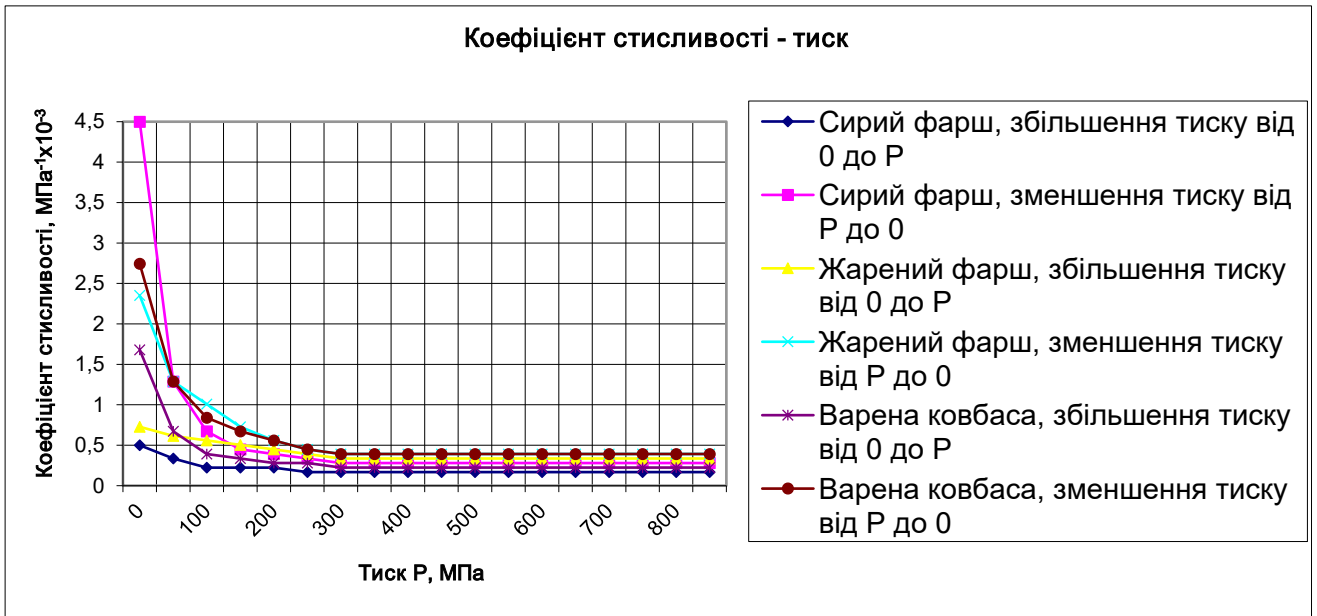


Рис. 5.26. Зміна коефіцієнта стисливості досліджуваних зразків при їх обробці ВИСОКИМ ТИСКОМ

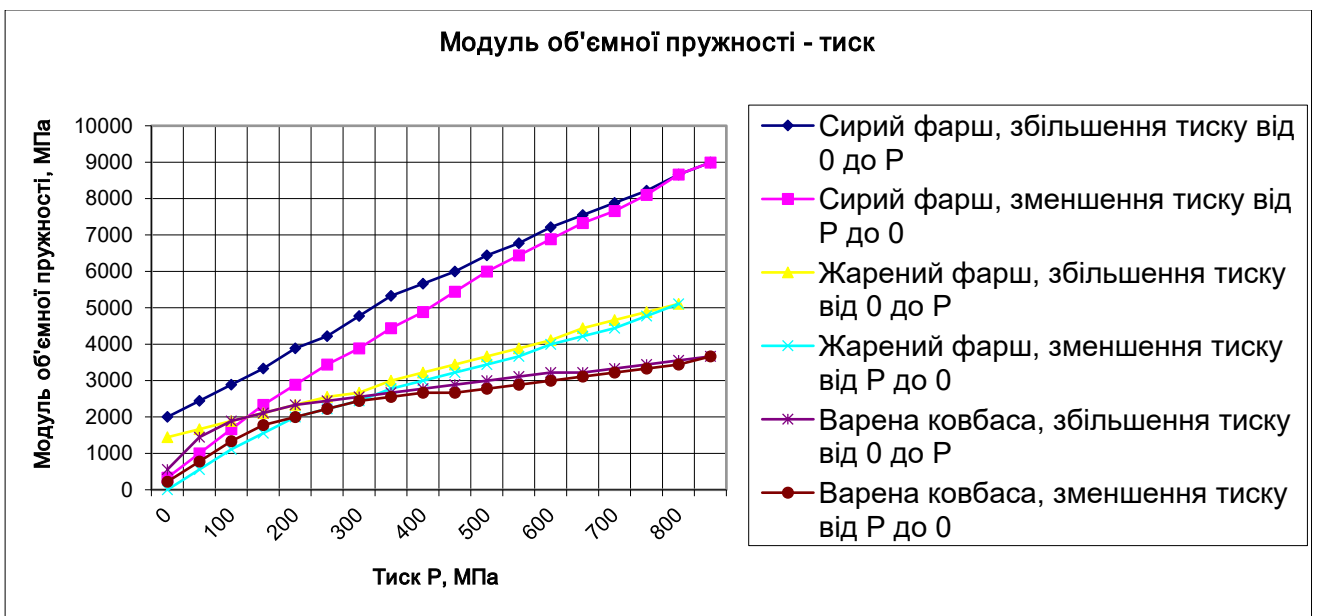


Рис. 5.27. Зміна значень модуля об'ємної пружності досліджуваних зразків при їх обробці ВИСОКИМ ТИСКОМ

## Математична апроксимація графіків експериментальних залежностей

Виконаємо лінійну апроксимацію графіків результатів експериментальних досліджень.

Параметри найкращої (апроксимованої) прямої знаходимо за формулами:

$$k = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{(\bar{x}^2 - \bar{x} \cdot \bar{x})};$$

$$b = \bar{y} - k \cdot \bar{x};$$

$y = k \cdot x + b$  – рівняння апроксимованої прямої.

### Абсолютний тиск

Таблиця 5.1.

Лінійна апроксимація графіка методом найменших квадратів								
	Xсер	Y сер	X·Y сер	X <sup>2</sup> сер	X сер <sup>2</sup>	k	b	y(x=1)
Сирий фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	0,6224	4484,9	7,0396	180625	-0,023	10,553	10,53
Сирий фарш, зменшення тиску від P до 0	425	0,611	4425,6	6,7727	180625	-0,023	10,414	10,39
Жарений фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	0,7038	5078,8	8,9956	180625	-0,026	11,951	11,924
Жарений фарш, зменшення тиску від P до 0	425	0,6921	5018,3	8,6883	180625	-0,026	11,808	11,782
Варена ковбаса, збільшення тиску від 0 до P	425	0,7574	5477	10,414	180625	-0,029	12,888	12,859
Варена ковбаса, зменшення тиску від P до 0	425	0,7354	5356,6	9,7992	180625	-0,028	12,604	12,576

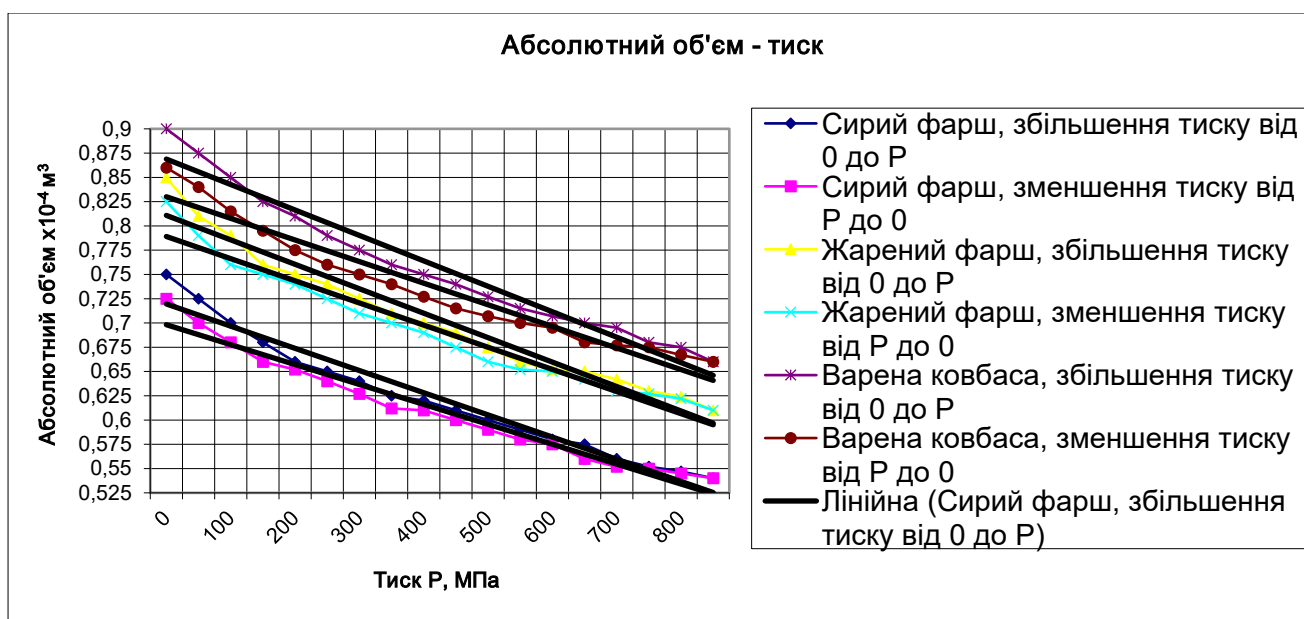


Рис. 5.28. Лінійна апроксимація абсолютного значення об'єму досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

## Відносний тиск

Таблиця 5.2

Лінійна апроксимація графіка методом найменших квадратів								
	Xсер	Y сер	X·Yсер	X <sup>2</sup> сер	Xсер <sup>2</sup>	k	b	y(x=1)
Сирий фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	0,9369	7050,9	15,815	180625	-0,037	16,592	16,555
Сирий фарш, зменшення тиску від P до 0	425	0,9259	7020,3	15,437	180625	-0,037	16,52	16,483
Жарений фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	0,8929	6656,1	14,382	180625	-0,035	15,663	15,628
Жарений фарш, зменшення тиску від P до 0	425	0,8851	6638,2	14,117	180625	-0,035	15,62	15,586
Варена ковбаса, збільшення тиску від 0 до P	425	0,8682	6356,9	13,638	180625	-0,033	14,958	14,925
Варена ковбаса, зменшення тиску від P до 0	425	0,8567	6295,7	13,266	180625	-0,033	14,814	14,781

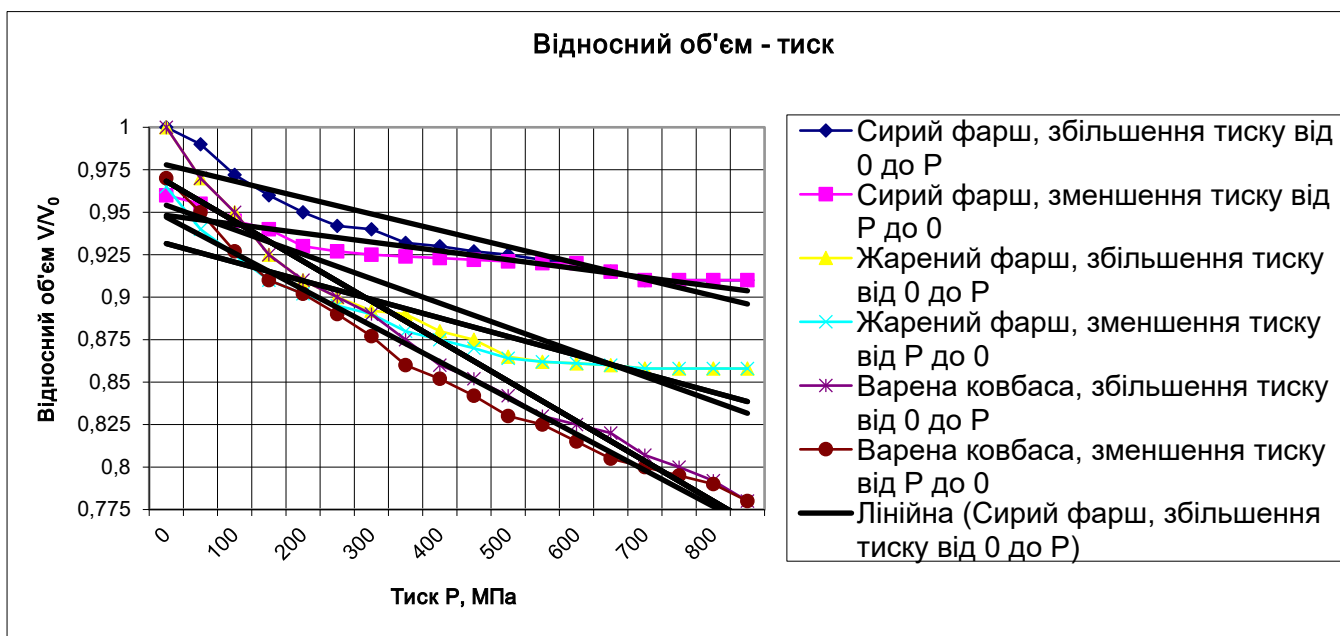


Рис. 5.29. Лінійна апроксимація відносного об'єму досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

## Густина

Таблиця 5.3

Лінійна апроксимація графіка методом найменших квадратів								
	X сер	Y сер	X·Y сер	X <sup>2</sup> сер	X сер <sup>2</sup>	k	b	y(x=1)
Сирий фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	1259	9988440	28638671	180625	0,3322	1117,9	1118,2
Сирий фарш, зменшення тиску від P до 0	425	1234,6	9874830	27588942	180625	0,3411	1089,6	1089,9
Жарений фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	1280,8	10134600	29623258	180625	0,3257	1142,3	1142,7

Жарений фарш, зменшення тиску від Р до 0	425	1265,1	10065510	28939196	180625	0,3313	1124,3	1124,7
Варена ковбаса, збільшення тиску від 0 до Р	425	1304,1	10286640	30697281	180625	0,3189	1168,5	1168,8
Варена ковбаса, зменшення тиску від Р до 0	425	1284,7	10208100	29839295	180625	0,3258	1146,3	1146,6

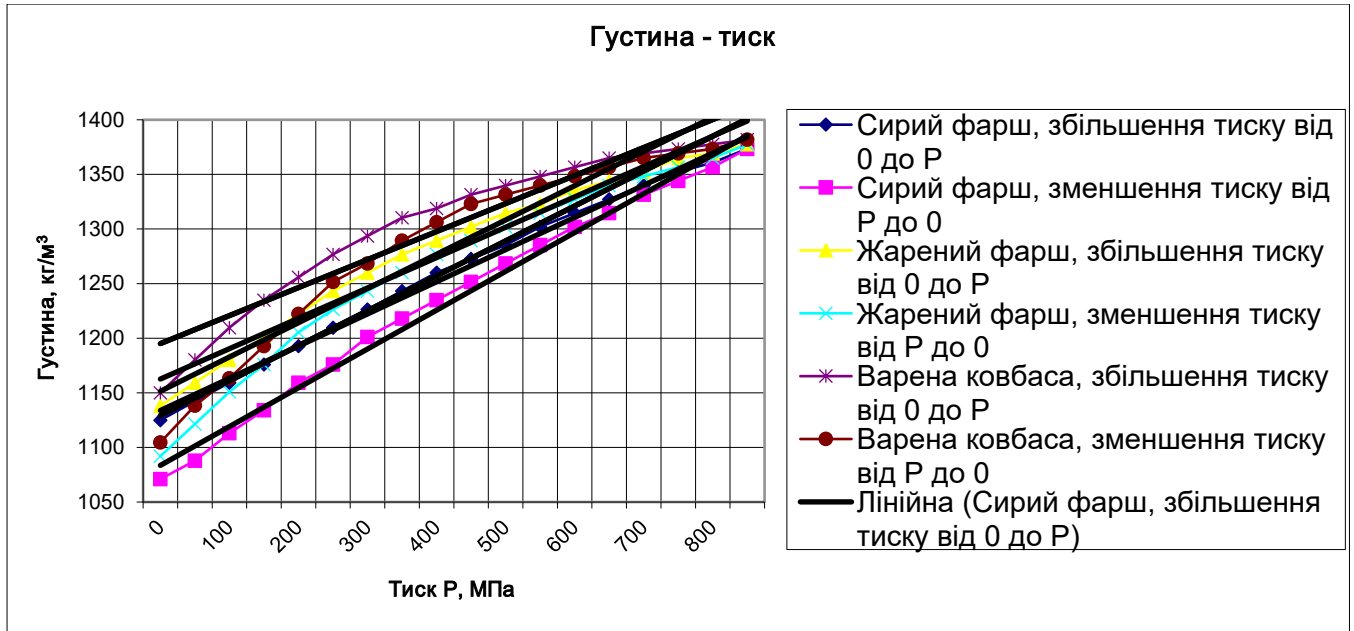


Рис. 5.30. Лінійна апроксимація густини досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

### Коефіцієнт стисливості

Таблиця 5.4

Лінійна апроксимація графіка методом найменших квадратів								
	X сер	Y сер	X·Y сер	X <sup>2</sup> сер	X сер <sup>2</sup>	k	b	y(x=1)
Сирий фарш, збільшення тиску від 0 до Р	425	0,2051	1318,8	0,8803	180625	-0,007	3,1031	3,0963
Сирий фарш, зменшення тиску від Р до 0	425	0,6109	2293,2	23,769	180625	-0,011	5,3964	5,3851
Жарений фарш, збільшення тиску від 0 до Р	425	0,4044	2668,4	3,1862	180625	-0,014	6,2787	6,2649
Жарений фарш, зменшення тиску від Р до 0	425	0,616	3203,2	11,095	180625	-0,016	7,5374	7,5211
Варена ковбаса, збільшення тиску від 0 до Р	425	0,3516	1794,8	4,2995	180625	-0,009	4,2232	4,214
Варена ковбаса, зменшення тиску від Р до 0	425	0,6253	3178	12,704	180625	-0,016	7,4781	7,462

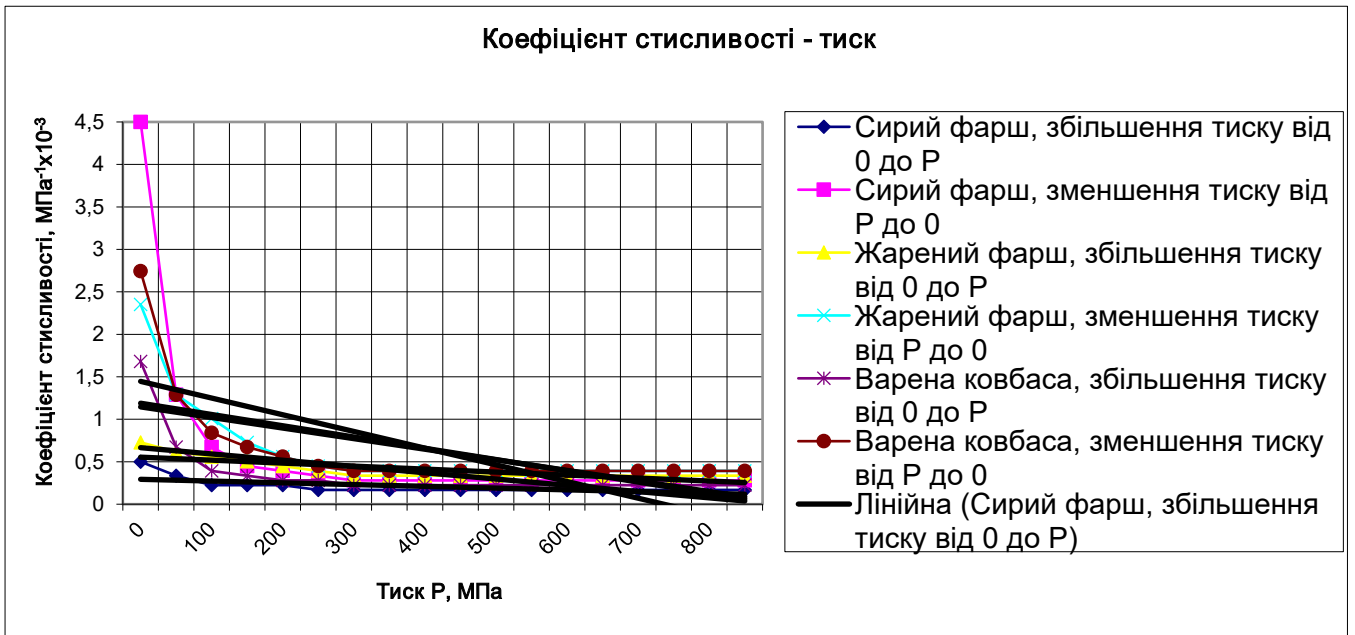


Рис. 5.31. Лінійна апроксимація коефіцієнта стисливості досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

### Модуль об'ємної пружності

Таблиця 5.5

Лінійна апроксимація графіка методом найменших квадратів

	X сер	Y сер	X·Y сер	X <sup>2</sup> сер	X сер <sup>2</sup>	k	b	y(x=1)
Сирий фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	5679,6	53424300	663111895	180625	0,0769	5646,9	5647
Сирий фарш, зменшення тиску від P до 0	425	5019,7	50560500	576253170	180625	0,0841	4983,9	4984
Жарений фарш, збільшення тиску від 0 до P	425	3238,6	26706600	199846620	180625	0,1269	3184,7	3184,8
Жарений фарш, зменшення тиску від P до 0	425	2853,4	25324650	173467359	180625	0,1391	2794,2	2794,4
Варена ковбаса, збільшення тиску від 0 до P	425	2676,3	23859450	139769424	180625	0,1628	2607,2	2607,3
Варена ковбаса, зменшення тиску від P до 0	425	2448,2	22693950	122556987	180625	0,1769	2373	2373,1

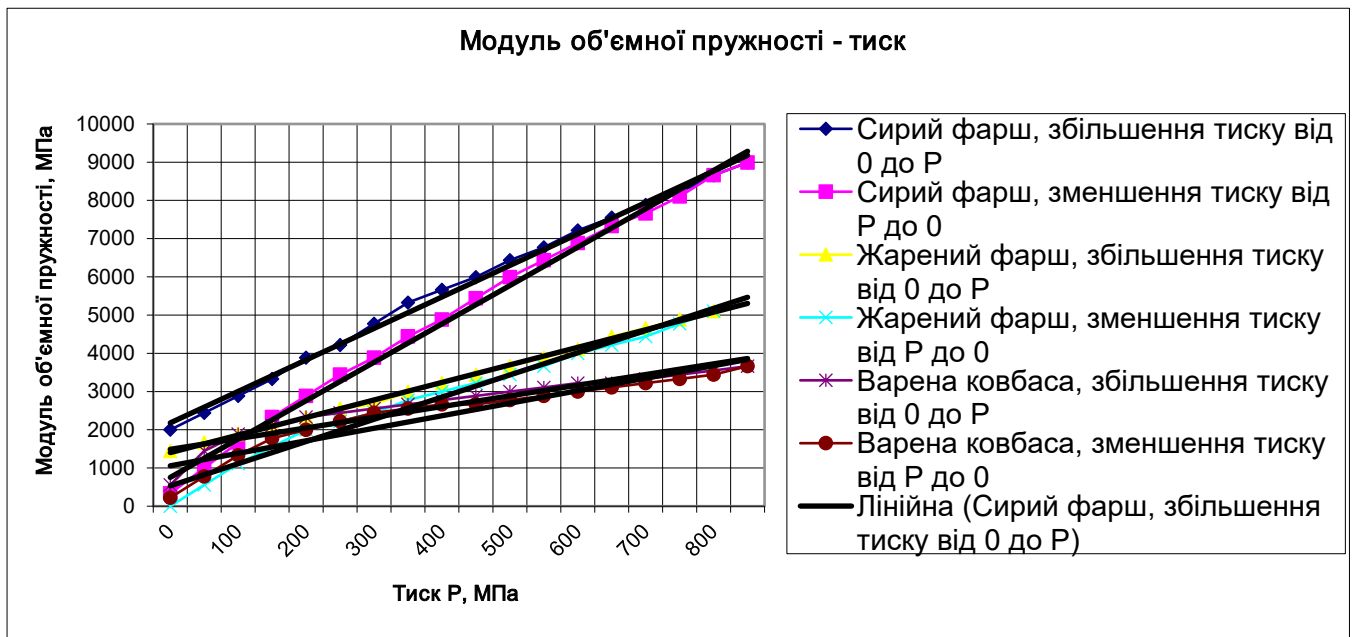


Рис. 5.32. Лінійна апроксимація значень модуля об'ємної пружності досліджуваних зразків при їх обробці високим тиском

Проаналізувавши результати експериментальних досліджень, отримані наступні компресійні характеристики при обробці зразків тиском від 0 до 850 МПа і від 850 до 0 МПа: зміни абсолютного і відносного значення об'єму, густини, коефіцієнта стисливості, модуля об'ємної пружності сирого ковбасного фаршу; фаршу, який пройшов стадію жаріння; готової вареної ковбаси з однорідним фаршем; натуральної і синтетичної оболонки.

Виконавши лінійну апроксимацію графіків експериментальних досліджень з допомогою залежності  $y = k \cdot x + b$ , отримані оптимальні результати значень абсолютного і відносного значення об'єму, густини, коефіцієнта стисливості, модуля об'ємної пружності сирого ковбасного фаршу; фаршу, який пройшов стадію жаріння; готової вареної ковбаси з однорідним фаршем; натуральної і синтетичної оболонки.

## 6. Розробка конструктивного рішення установки для виготовлення варених ковбас з використанням високого тиску

Розроблені технічні вимоги до установки для виготовлення ковбас з використанням високого тиску, аналіз інформації, наданим ведучими підприємствами обладнанням для обробки продуктів харчування високим тиском і результати досліджень, дозволили нам розробити принципове конструктивне рішення установки для виробництва ковбас з використанням високого тиску.

При розробці конструктивного рішення була використана інформація про розроблені зразки обладнання ведучими світовими виробниками даного типу обладнання, а також результати досліджень працездатності конструкцій камер високого тиску окремих конструктивних елементів і методики їх розрахунків.

Оброблюваний продукт поміщується в перфорований контейнер, який в автоматичному режимі поміщується в робочу камеру установки, яка заповнюється проміжною рідиною (дистильована вода).

На рис. 6.1. дано зображення пропонованої установки для обробки варених ковбас високим тиском.

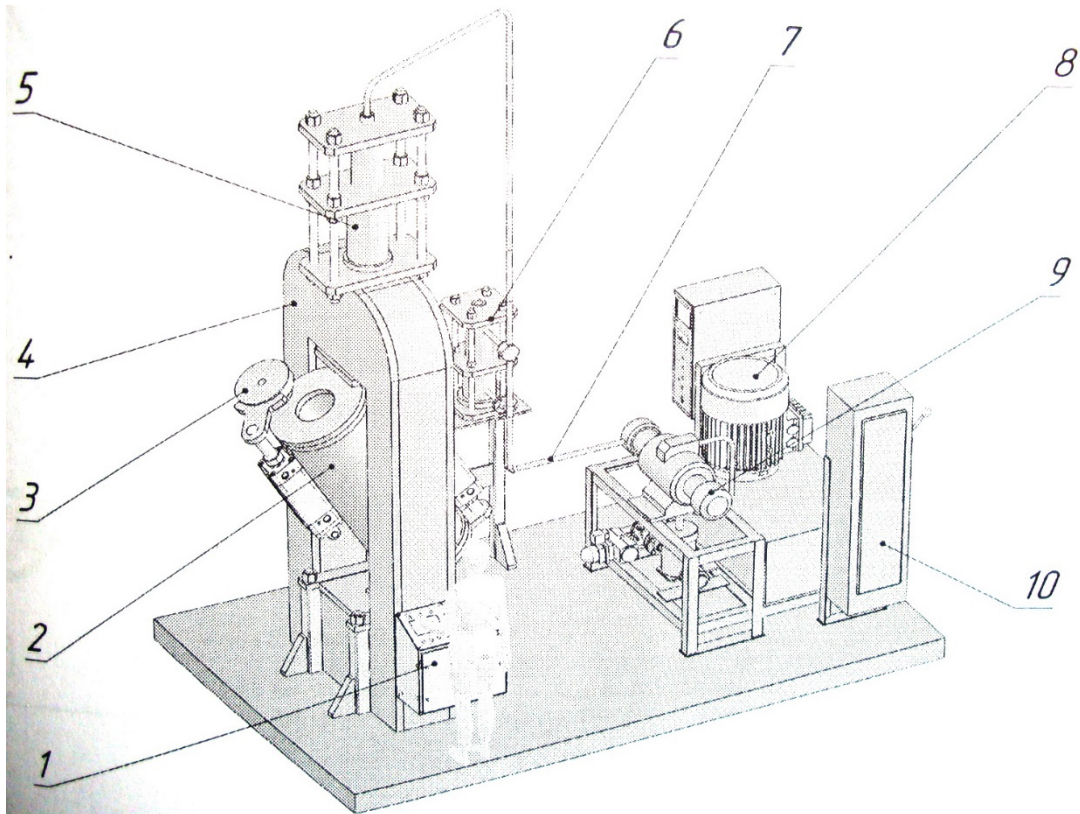


Рис. 6.1. Установка для обробки варених ковбас високим тиском

1 – пульт керування; 2 – робоча камера; 3 – заглушка верхня; 4 – бандаж силовий; 5 – гідроциліндр високого тиску; 6 – гідроциліндр низького тиску; 7 – магістраль гідравлічна; 8 – електродвигун; 9 – насос гідравлічний; 10 – блок електрокомутації

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Розробка конструктивного рішення установки</b>	Лім.	Арк.	Аркушіє
Перевір.							81	
Рецензент						МАХФВ ОХ2-5М		
Н.Контр.								
Затвердив								

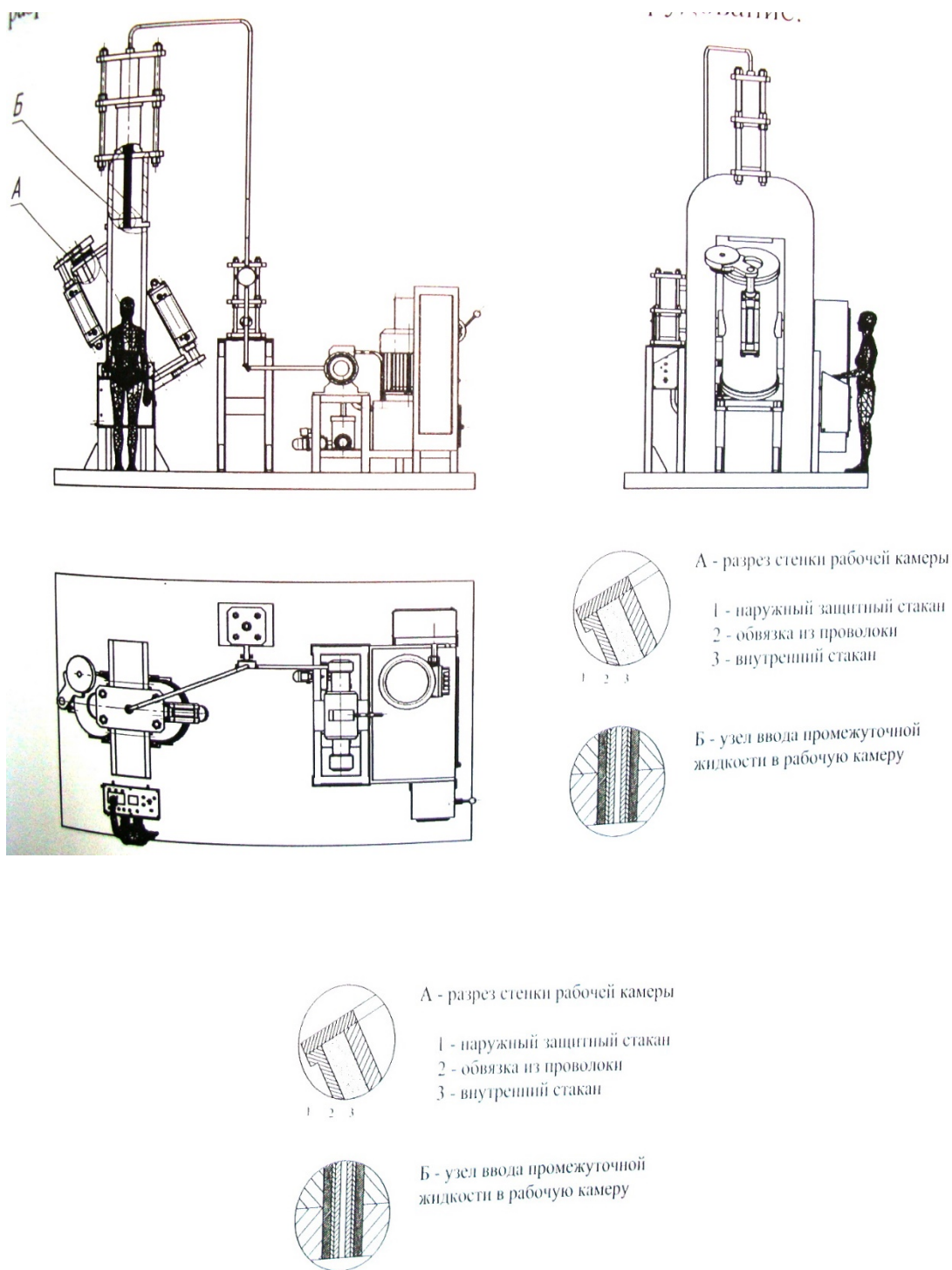


Рис. 6.2. Загальний вид установки.

А – розріз стінки робочої камери:

1 – зовнішній захисний стакан; 2 – обв’язка з проволочки; 3 – внутрішній стакан

Б – вузол введення проміжної рідини в робочу камеру

На рис. 6.2. представлений загальний вид запропонованої установки, а також зображення в розрізі вузлів введення проміжної рідини в робочу камеру і конструкції стінки робочої камери.

					<b>Розробка конструктивного рішення установки</b>	Лист
						82
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

## 7. Розрахунки обладнання

### Кінематичний і силовий розрахунок привода шнеків шприца

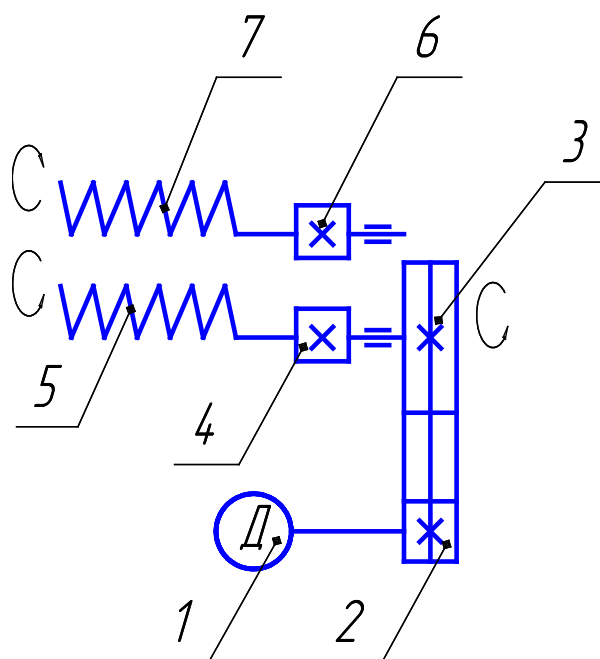


Рис. 7.1. Кінематична схема привода: 1 – електродвигун; 2 – ведучий шків клинопасової передачі; 3 – ведений шків клинопасової передачі; 4, 6 – прямозубі шестерні редуктора робочих шнеків; 5, 7 – шнеки

#### I-й вал привода

Частота обертання на валу електродвигуна:  $n_{\text{дв.}} = 1435$  об./хв.

Потужність електродвигуна:  $N_{\text{дв.}} = 3$  кВт.

Крутний момент на валу електродвигуна:  $T_{\text{дв.}} = 9550 \cdot \frac{N_{\text{дв.}}}{n_{\text{дв.}}} = 9550 \cdot \frac{3}{1435} = 19,9 \approx 20$  Н·м.

Кутова швидкість вала електродвигуна:  $\omega_{\text{дв.}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв.}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 1435}{30} = 150,2$  с<sup>-1</sup>.

#### II-й (III-й) вал привода

Частота обертання на валу шнека:  $n_{\text{шн.}} = 635$  об./хв.

Потужність на валу шнека:  $N_{\text{шн.}} = N_{\text{дв.}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 3 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,82$  кВт.

де  $\eta_1 = 0,95$  – ККД клинопасової передачі;  $\eta_2 = 0,99$  – ККД пари підшипників кочення.

Крутний момент на валу шнека:  $T_{\text{шн.}} = 9550 \cdot \frac{N_{\text{шн.}}}{n_{\text{шн.}}} = 9550 \cdot \frac{2,82}{635} = 42,4$  Н·м.

					Розрахунки обладнання		
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата			
Розроб.						83	
Перевір.					МАХФВ ОХ2-5М		
Рецензент							
Н.Контр.							
Затвердив							

Кутова швидкість вала електродвигуна:  $\omega_{\text{внн.}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{внн.}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 635}{30} = 66,5 \text{ c}^{-1}$ .

Передаточне число клинопасової передачі:

$$u_n = \frac{n_{\text{дв.}}}{n_{\text{внн.}}} = \frac{1435}{635} = 2,3.$$

Складаємо таблицю значень розрахункових параметрів усіх валів приводу:

Таблиця 7.1

№ вала	N, кВт	T, Н·м	n, об./хв	$\omega$ , рад./с
I	3	20	1435	150,2
II (III)	2,82	42,4	635	66,5

### Розрахунок клинопасової передачі шприца

З попереднього розрахунку маємо такі дані:

Частота обертання на валу ведучого шківів:  $n_1 = 1435$  об./хв.

Потужність на валу ведучого шківів:  $N_1 = 3$  кВт.

Крутий момент на валу шнека:  $T_1 = 20$  Н·м.

Кутова швидкість вала пасової передачі:  $\omega_1 = 150,2 \text{ c}^{-1}$ .

Передаточне число клинопасової передачі:  $u = 2,3$ .

Робота однозмінна, навантаження спокійне.

### Розрахунок

При даному крутному моменті по табл. 2.12 вибираємо переріз паса “О” з розмірами :  $b_p = 8,5$  мм;  $h = 6$  мм;  $b_0 = 10$  мм;  $y_0 = 2,1$  мм;  $F_1 = 0,47 \text{ см}^2$ .

Діаметр меншого шківів  $d_{p \text{ min}} = 63$  мм, але так як в розглядуваному випадку немає жорстких обмежень габаритів передачі, то для збільшення строку служби паса при  $d_{p1}$  слідуюче за мінімальним, тобто  $d_{p1} = 90$  мм.

Діаметр великого шківів

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u \cdot (1 - \varepsilon) = 90 \cdot 2,3 \cdot (1 - 0,02) = 202,9 \text{ мм}, \text{ де}$$

$d_{p1} = 90$  мм – діаметр ведучого шківів;  $u = 2,3$  – Передаточне число клинопасової передачі;

$\varepsilon$  - коефіцієнт проковзування пасів по шківів  $\varepsilon = 0,02$ .

Стандартний діаметр  $d_{p2}$  вибираємо з ряду стандартних значень за ГОСТом 17383-73  $d_{p2} = 224$  мм.

Фактичне передаточне число

$$u_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1} \cdot (1 - \varepsilon)} = \frac{224}{90 \cdot (1 - 0,02)} = 2,54, \text{ де}$$

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						84
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$d_{P2} = 224$  мм – діаметр веденого (другого) шків;  
 $d_{P1} = 90$  мм – діаметр ведучого (першого) шків;  
 $\varepsilon = 0,02$  - коефіцієнт проковзування пасів по шківах.

Прийmemo передаточне число  $u_p = 2,4$ .

Швидкість паса

$$V = \frac{\pi \cdot d_{P1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 1435}{60 \cdot 1000} = 6,8 \text{ м/с, де}$$

$d_{P1} = 90$  мм – діаметр ведучого шків;  
 $n_1 = 1435 \text{ хв}^{-1}$  – кількість обертів на першому валу;

Частота обертання веденого вала

$$n_{P2} = \frac{d_{P1} \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{P2}} = \frac{90 \cdot 1435 \cdot (1 - 0,02)}{224} = 565,03 \text{ хв}^{-1}.$$

Міжосьова відстань

$$a = 1,2 \cdot d_{P2} = 1,2 \cdot 224 = 268,8 \approx 269 \text{ мм.}$$

Розрахункова довжина паса

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} (d_{P1} + d_{P2}) + \frac{(d_{P2} - d_{P1})^2}{4 \cdot a}, \text{ де}$$

$a = 269$  мм - міжосьова відстань

$d_{P1} = 90$  мм - діаметр ведучого шків

$d_{P2} = 224$  мм - діаметр веденого шків

$$L = 2 \cdot 269 + \frac{3,14}{2} \cdot (90 + 224) + \frac{(224 - 90)^2}{4 \cdot 269} = 1048 \text{ мм.}$$

Стандартна величина  $L = 1000$  мм.

По стандартній величині паса  $L = 1000$  мм уточнюємо дійсну між осьову відстань.

$$a = \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_{P1} + d_{P2}) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi \cdot (d_{P1} + d_{P2})]^2 - 8 \cdot (d_{P2} - d_{P1})^2}}{8}, \text{ де}$$

$L = 1000$  мм – довжина паса.

$$a = \frac{2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (90 + 224) + \sqrt{[2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (90 + 224)]^2 - 8 \cdot (224 - 90)^2}}{8} = 244 \text{ мм.}$$

Мінімальна міжосьова відстань для натяжки і підтяжки пасів при витяганні

$a_{min}$  мм.

Максимальна міжосьова відстань для натяжки і підтяжки пасів при витяганні

$a_{max}$  мм.

Кут охоплення на меншому шківі

$$\alpha_1^0 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{P2} - d_{P1}}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{224 - 90}{244} = 147^\circ > 110^\circ.$$

Початкова довжина паса вибирається з таблиці:  $L_0 = 1320$  мм.

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						85
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Відносна довжина -  $\frac{L}{L_0} = \frac{1000}{1320} = 0,76$ .

Коефіцієнт довжини вибирається з таблиці:  $C_L = 0,92$ .

Початкова потужність при  $d_{p1} = 90$  мм і  $V = 6,8$  м/с з таблиці  $N_0 = 0,85$  кВт.

Коефіцієнт кута охоплення вибирається з таблиці:  $C_\alpha = 0,91$ .

Поправка до крутного моменту на передаточне число (табл. 2.20)  $\Delta T_n = 8$  Н·м

Поправка до потужності

$$\Delta N_n = 0,0001 \cdot \Delta T_n \cdot n_6 = 0,0001 \cdot 0,5 \cdot 1435 = 0,072 \text{ кВт, де}$$

$\Delta T_n = 0,5$  Н·м - поправка до крутного моменту;

$n_6 = 1435$  хв<sup>-1</sup> – кількість обертів на першому валу;

Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні вибирається з таблиці:

$C_p = 0,92$ .

Допустима потужність на один пас

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_n) \cdot C_p = (0,85 \cdot 0,91 \cdot 0,92 + 0,072) \cdot 0,92 = 0,72 \text{ кВт, де}$$

$N_0$  – початкова потужність при  $d_{p1} = 90$  мм і  $V = 6,8$  м/с ;  $N_0 = 0,85$ кВт;

$C_\alpha$  - коефіцієнт кута охоплення  $C_\alpha = 0,91$ ;

$C_L$  - коефіцієнт довжини  $C_L = 0,92$ ;

$C_p$  - коефіцієнт режиму роботи  $C_p = 0,92$ ;

$N_0$  - початкова потужність  $N_0 = 0,85$ кВт;

$\Delta N_n$  - поправка до потужності  $\Delta N_n = 0,072$  кВт;

Розрахункове число пасів

$$Z = \frac{N}{[N]} = \frac{3}{0,72} = 4,2, \text{ де}$$

$N$  - потужність яку потрібно передати пасовою передачею  $N = 3$  кВт;

$[N]$  - допустима потужність на один пас  $[N] = 0,72$  кВт.

Коефіцієнт враховуючий нерівномірність навантаження  $C_Z = 0,9$ .

Дійсне число пасів у передачі

$$Z' = \frac{Z}{C_Z} = \frac{4,2}{0,9} = 4,7.$$

Приймаємо число пасів  $Z' = 5$ .

Сила початкового натягу одного клинового паса

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot Z'} + q \cdot V^2 = \frac{780 \cdot 3}{6,8 \cdot 0,91 \cdot 0,92 \cdot 5} + 0,1 \cdot 6,8^2 = 86,8 \text{ Н, де}$$

$N = 3$  кВт

$V = 6,8$  м/с

$C_\alpha = 0,91$

$C_p = 0,92$

$$Z' = 5$$

$q = 0,1$  кг/м

Зусилля, діюче на вали передачі

					Розрахунки обладнання	Лист
						86
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$Q = 2 \cdot S_{0,1} \cdot Z' \cdot \sin \frac{\alpha_1^0}{2} = 2 \cdot 86,8 \cdot 5 \cdot \sin \frac{147^\circ}{2} = 832,3 \text{ Н, де}$$

$S_{0,1} = 86,8 \text{ Н}$  - сила початкового натягу одного паса;

$Z' = 5$  - дійсне число пасів;

$\alpha_1^0 = 147^\circ$  - кут охоплення пасом меншого шківів.

Розміри обода шківів по таблиці

$l_p = 11 \text{ мм}$ ;  $h = 8,7 \text{ мм}$ ;  $b = 3,3 \text{ мм}$ ;  $e = 15 \pm 0,3 \text{ мм}$ ;  $f = 10_{-1}^{+2} \text{ мм}$ ;  $r = 1 \text{ мм}$ ;  $h_{1\text{min}} = 6 \text{ мм}$ ;  $\alpha_1 = 34^\circ$ ;  $\alpha_2 = 36^\circ$ .

Зовнішній діаметр шківів

$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b = 90 + 2 \cdot 3,3 = 96,6 \text{ мм}$ . Приймаємо  $d_{e1} = 100 \text{ мм}$ .

$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b = 224 + 2 \cdot 3,3 = 230,6 \text{ мм}$ . Приймаємо  $d_{e1} = 240 \text{ мм}$ .

Ширина обода шківів

$$M = (Z' - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (5 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 80 \text{ мм.}$$

## Розрахунок шнека

### Визначення розмірів шнека

Фактична продуктивність шнекового шприца:

$$\Pi = m \cdot k \cdot \frac{\pi \cdot (D_2^2 - D_1^2)}{4} \cdot \left( t - \frac{b_2 + b_1}{2 \cdot \cos \alpha} \right) \cdot n \cdot \rho \cdot k_n \cdot k_c,$$

де  $m = 1$  – число заходів шнека;  $k = 2$  – кількість шнеків;  $D_2$  – зовнішній діаметр шнека, м;  $D_1$  – діаметр вала шнека, м;  $t = 0,0127 \text{ м}$  – крок гвинтової лопаті шнека;

$b_2 = 0,006 \text{ м}$  – ширина гвинтової лопаті шнека в нормальному перерізі по зовнішньому радіусу шнека;  $b_1 = 0,014 \text{ м}$  – ширина гвинтової лопаті шнека в нормальному перерізі по внутрішньому радіусу шнека;  $\alpha = 10^\circ$  – кут підйому гвинтової лінії по середньому діаметру шнека

$[tg \alpha = \frac{2 \cdot t}{\pi \cdot D_{\text{cp}}}]$ , де  $D_{\text{cp}} = \frac{(D_1 + D_2)}{2}$  –

середній діаметр шнека, м];  $n = 10,5 \text{ с}^{-1}$  – максимальна частота обертання шнека;

$\rho = 1385 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – густина спресованого фаршу при виході із отворів матриці

( $\rho = 1330 \div 1447 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ );  $k_n = 0,95$  – коефіцієнт наповнення міжвиткового простору ( $k_n = 0,9 \div 1,0$ );  $k_{\text{п}} = 0,54$  – коефіцієнт пресування ( $k_{\text{п}} = 0,51 \div 0,56$ );

$k_c = 0,95$  – коефіцієнт, що враховує ступінь ступінь зменшення подачі фаршу в залежності від його фізико-механічних властивостей ( $k_c = 0,9 \div 1,0$ ).

Прийнявши  $D_2 = 0,12 \text{ м}$ , визначаємо діаметр вала шнека:

$$D_1 = \sqrt{D_2^2 - \frac{4 \cdot \Pi}{m \cdot k \cdot \pi \cdot \left( t - \frac{b_2 + b_1}{2 \cdot \cos \alpha} \right) \cdot n \cdot \rho \cdot k_n \cdot k_c}} =$$

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		87

$$\sqrt{0,12^2 - \frac{4 \cdot 0,33}{1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot \left(0,0127 - \frac{0,006 + 0,014}{2 \cdot 0,98}\right) \cdot 10,5 \cdot 1385 \cdot 0,95 \cdot 0,54 \cdot 0,95}} = 0,05 \text{ м}$$

Приймаємо остаточно зовнішній діаметр шнека  $D_2 = 120$  мм; діаметр вала шнека  $D_1 = 50$  мм.

Розрахункова потужність шнекового шприца:

$$N = M_{кр} \cdot \omega \cdot 10^{-3} = 42 \cdot 66,5 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ кВт},$$

де  $M_{кр} = 42$  Н·м – крутний момент на валу шнека;  $\omega = 66,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$  – кутова швидкість валу шнека.

### Визначення навантажень, що діють на шнек

Осьове суцільне навантаження інтенсивністю  $q_x$ , яка змінюється по довжині шнека по лінійному закону:

$$q_x = p_n \cdot \frac{R_2^2 - R_1^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} = 80000 \cdot \frac{0,06^2 - 0,025^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} = 16607,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

де  $p_n = 80000$  Па – тиск пресування;  $R_2 = 0,06$  м,  $R_1 = 0,025$  м – відповідно зовнішній і внутрішній радіуси шнека;  $t = 0,045$  м – крок шнека.

Поперечне суцільне навантаження інтенсивністю  $q_y$ :

$$q_y = -p_n \cdot \frac{R_2^2 - R_1^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot \text{tg} \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot x =$$

$$-80000 \cdot \frac{0,06^2 - 0,025^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,18 \cdot 0,98 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,025 = 10220,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Суцільний крутний момент інтенсивністю  $m_x$ , який змінюється по довжині шнека по лінійному закону:

$$m_x = p_n \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot \text{tg} \alpha = 80000 \cdot \frac{0,06^3 - 0,025^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,18 = 134,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Суцільний згинальний момент відносно осі  $y$  інтенсивністю  $m_y$ :

$$m_y = p_n \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot \cos \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot x = 80000 \cdot \frac{0,06^3 - 0,025^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot (-0,76) \cdot 0,025 =$$

$$-14,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Суцільне поперечне навантаження, яке діє в площині  $zx$  інтенсивністю  $q_z$ :

$$q_z = -p_n \cdot \frac{R_2^2 - R_1^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot \text{tg} \alpha \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot x$$

$$= -80000 \cdot \frac{0,06^2 - 0,025^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,18 \cdot 0,65 \cdot 0,025 =$$

$$= -48,6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						88
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Суцільний згинальний момент відносно осі  $z$  інтенсивністю  $m_z$ :

$$m_z = p_n \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot x = 80000 \cdot \frac{0,06^3 - 0,025^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,65 \cdot 0,025 = 12,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

В результаті дії всіх навантажень шнек зазнає деформації стиску, кручення і поздовжньо-поперечного згинання.

Осьова сила на валу шнека сприймається упорним підшипником і визначається і визначається за формулою:

$$P_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot p_n}{2} \cdot \left( \frac{D}{2} + l \cdot f \cdot \lambda \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{3,14 \cdot 0,12 \cdot 80000}{2} \cdot \left( \frac{0,12}{2} + 0,65 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 0,18 \right) = 957,2 \text{ Н},$$

де  $D = 0,12$  м – зовнішній діаметр шнека, м;  $p_n = 80000$  – тиск пресування, Па;  $l = 0,65$  м – робоча довжина шнека;  $f = 0,03$  – коефіцієнт тертя ковзання;  $\alpha = 10^\circ$

– кут підйому гвинтової лінії по середньому діаметру шнека (при  $\frac{t}{D} < 0,8 \lambda = 1,0$ ; при  $\frac{t}{D} = 0,8 \div 1,2 \lambda = 0,4 \div 0,5$ ).

### Розрахунок шнека на міцність

Еквівалентні напруження в небезпечному перерізі (біля опори, де шнек з'єднаний з валом, тому що в цьому місці діють максимальний крутний момент і максимальна стискаюча сила) визначаються за формулою:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\left( \frac{T_{np}}{F} \right)^2 + 4 \cdot \left( \frac{M_{кр}}{W_p} \right)^2} \leq [\sigma],$$

де  $T_{np}$  – величина поздовжньої стискаючої сили, яка діє в небезпечному перерізі валу шнека, Н;  $M_{кр}$  – величина крутного моменту в небезпечному перерізі валу шнека, Н · м;  $F$  – площа перерізу валу шнека, м<sup>2</sup>;  $W_p$  – полярний момент опору перерізу валу шнека.

$$T_{np} = \frac{p_n \cdot l}{2} \cdot \frac{R_2^2 - R_1^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} = \frac{80000 \cdot 0,65}{2} \cdot \frac{0,06^2 - 0,025^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} = 5397,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{кр} = \frac{p_n \cdot l}{2} \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} = \frac{80000 \cdot 0,65}{2} \cdot \frac{0,06^3 - 0,025^3}{3} \cdot 0,18 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} = 42 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Для розрахунку лопаті шнека на міцність застосовуються такі формули.

Величина згинального моменту для будь-якого перерізу лопаті:

$$M_z = \frac{p_n \cdot \frac{2 \cdot \pi}{t} \cdot x^2}{6 \cdot R_1} \cdot (3 \cdot R_2 - x) = \frac{80000 \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{0,045} \cdot 0,025^2}{6 \cdot 0,025} \cdot (3 \cdot 0,06 - 0,025) = 7210,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Напруження в будь-якому перерізі лопаті:

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						89
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$\sigma = \frac{M_z}{W_z} = \frac{p_n \cdot x^2 \cdot (3 \cdot R_2 - x)}{(R_2 - x) \cdot b^2} = \frac{80000 \cdot 0,025^2 \cdot (3 \cdot 0,06 - 0,025)}{(0,06 - 0,025) \cdot 0,02^2} = 553,6 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 600 \text{ МПа},$$

де  $x$  – відстань від вершини лопаті до перерізу, в якому визначається напруження, м;  $b$  – товщина лопаті шнека, м.

Товщина лопаті шнека в будь-якому перерізі:

$$b = 0,02 \text{ м}$$

Максимальна товщина лопаті у внутрішньому діаметрі шнека ( $x = R_2 - R_1$ ):

$$b \sqrt{\frac{p_n}{[\sigma]}} \sqrt{\frac{2 \cdot R_2 - R_1}{R_1}} (R_2 - R_1) \sqrt{\frac{80000}{600 \cdot 10^6}} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,06 - 0,025}{0,025}} \quad \text{max}$$

### Розрахунок кінематичних і силових параметрів приводу конвеєра кліпсатора

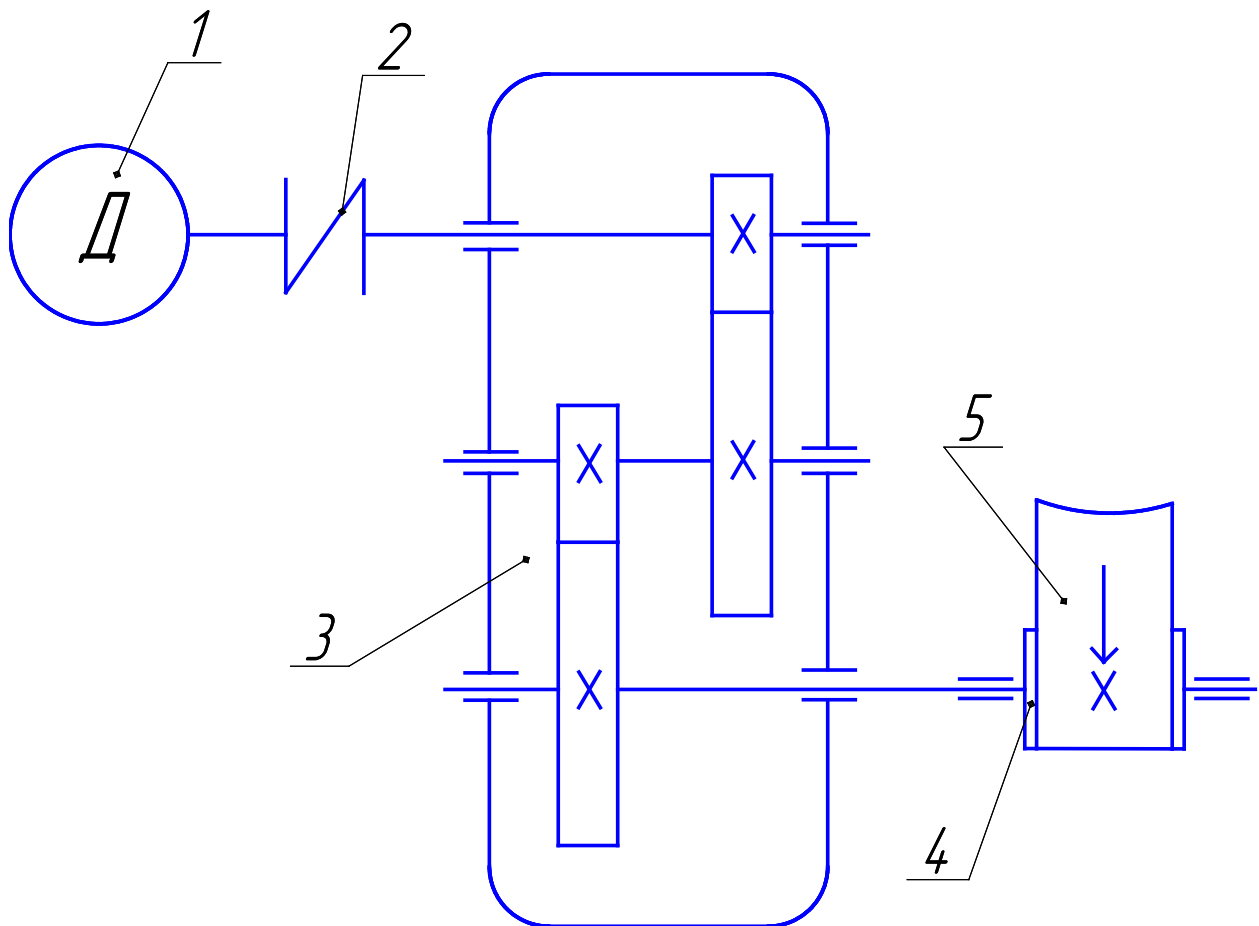


Рис. 7.2. Кінематична схема приводу скребкового конвеєра:

- 1 – електродвигун
- 2 – муфта
- 3 – двоступінчастий циліндричний редуктор
- 4 – приводний барабан стрічкового конвеєра
- 5 – стрічка

Частота обертання приводного барабана:

					Розрахунки обладнання	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		90

$$n_{\text{бар}} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{бар}}} = \frac{60 \cdot 0,63}{3,14 \cdot 0,2} = 60,2 \text{ (об/хв)},$$

де  $v = 0,63 \text{ (м/с)}$  – швидкість стрічки конвеєра;

$D_{\text{бар}} = 200 \text{ (мм)} = 0,2 \text{ (м)}$  – діаметр приводного барабана конвеєра.

Передаточне число приводу:

$$u_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{1435}{60,2} = 23,8.$$

Вибираємо згідно ГОСТ 25301-82 двоступінчастий циліндричний зубчастий редуктор Ц2У-100-16-12, у якого: міжосьова відстань  $a_{\omega} = 100 \text{ (мм)}$ , номінальне передаточне число редуктора  $u_{\text{ред}} = 25$ , фактичні передаточні числа ступенів редуктора:  $u_{\text{ст.1}} = 4$ ,  $u_{\text{ст.2}} = 6,3$ .

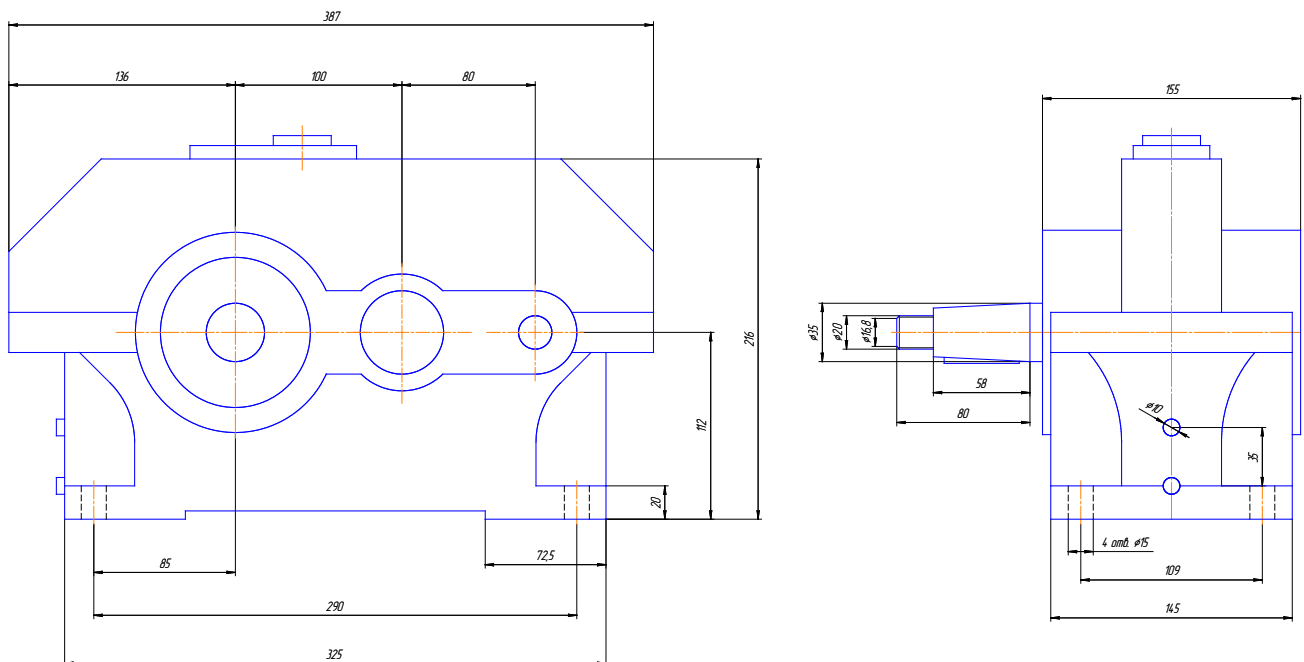


Рис. 7.3. Ескіз двоступінчастого циліндричного редуктора

Потужність кожного вала елемента приводу:

$$N_1 = N_{\text{дв}} = 3 \text{ (кВт)}.$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_m = 3 \cdot 0,99 = 2,97 \text{ (кВт)}.$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{ніди}}^2 \cdot \eta_{\text{ст. ред}} = 2,97 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 2,88 \text{ (кВт)},$$

де  $\eta_{\text{ст. ред}} = 0,98$  – ККД однієї ступені двоступінчастого циліндричного зубчастого редуктора;

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{ніди}}^2 \cdot \eta_{\text{ст. ред}} = 2,88 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 2,79 \text{ (кВт)}.$$

Частота обертання кожного вала елемента приводу:

$$n_1 = n_{\text{дв}} = 1435 \text{ (об/хв)}.$$

$$n_2 = n_1 = 1435 \text{ (об/хв)}.$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{\text{ст.1 ред}}} = \frac{1435}{4} = 358,75 \text{ (об/хв)}.$$

$$n_4 = \frac{n_3}{u_{\text{ст.2 ред}}} = \frac{1435}{6,3} = 227,8 \text{ (об/хв)}.$$

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						91
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Кутова швидкість кожного вала елемента привода:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1435}{30} = 150,2 \text{ (рад/с)}.$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1435}{30} = 150,2 \text{ (рад/с)}.$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 358,75}{30} = 37,55 \text{ (рад/с)}.$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 227,8}{30} = 23,84 \text{ (рад/с)}.$$

Крутний момент кожного вала елемента привода:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{3}{1435} = 19,97 \text{ (Н·м)}.$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{2,97}{1435} = 19,77 \text{ (Н·м)}.$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{2,88}{358,75} = 76,7 \text{ (Н·м)}.$$

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{N_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{2,79}{227,8} = 116,96 \text{ (Н·м)}.$$

Таблиця кінематичних і силових параметрів привода (таблиця 7.2.)

Номер вала	$N$ , кВт	$n$ , об/хв	$\omega$ , рад/с	$T$ , Н·м
1	3	1435	150,2	19,97
2	2,97	1435	150,2	19,77
3	2,88	358,75	37,55	76,7
4	2,79	227,8	23,84	116,96

### Розрахунок вхідного вала редуктора

Визначаємо орієнтовно діаметр вала в небезпечному перерізі за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{19,77}{0,2 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 0,017 \text{ (м)} = 17 \text{ (мм)},$$

де  $T = 180 \text{ (Н·м)}$  – крутний момент на швидкохідному валу;

$[\tau] = 20 \text{ (МПа)}$  – допустиме напруження на кручення;

Приймаємо  $d = 40 \text{ (мм)}$  – кратний п'яти.

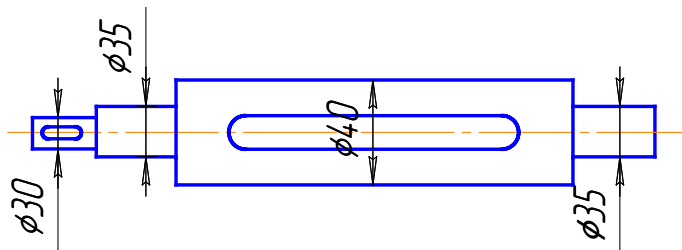


Рис. 7.4. Ескіз вхідного вала

Діаметр вала під підшипник беремо відповідно до стандарту:  $d = 35 \text{ (мм)}$ .

Вибираємо згідно ГОСТ 28428-90 радіальний двохранний сферичний кульковий підшипник з циліндричним отвором внутрішнього кільця серії 1307, у якого каталожні динамічна і статична вантажопідйомності:  $C_{кат} = 25000$  (Н),  $C_0 = 10600$  (Н), внутрішній діаметр  $d = 35$  (мм), зовнішній діаметр  $D = 80$  (мм), ширина  $B = 21$  (мм).

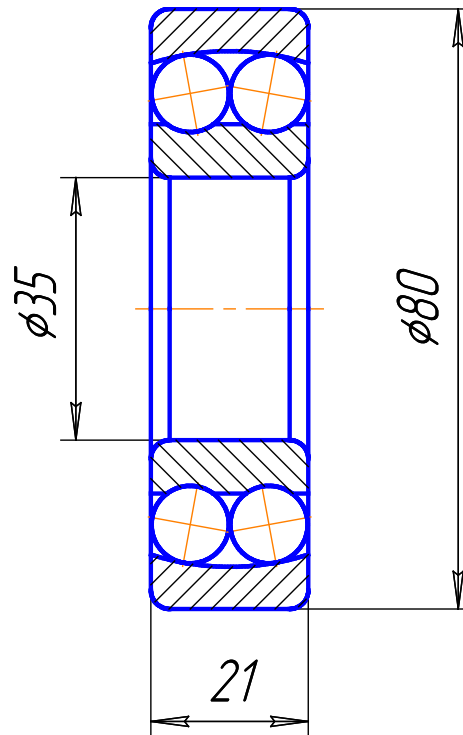


Рис. 7.5. Ескіз підшипника вхідного вала

### Розрахунок шпонкового з'єднання

Згідно ГОСТ 10748–79 вибираємо шпонку 12x11x56 з довжиною  $l = 56$  (мм), шириною  $b = 12$  (мм), висотою  $h = 11$  (мм). Діаметр під маточиною вала  $d = 40$  (мм). Глибина шпонкового пазу  $t_1 = 7$  (мм),  $t_2 = 4,4$  (мм). Крутний момент на валу  $T = 19,77$  (Н·м).

Перевіряємо шпонкове з'єднання на умову міцності для напружень зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{S_{зм}} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}];$$

Робоча довжина шпонки:

$$l_p = l - b = 56 - 12 = 44 \text{ (мм)}.$$

Напруження зминання для шпонки:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 19,77 \cdot 1000}{40 \cdot 44 \cdot (11 - 7)} = 5,62 \text{ (МПа)}.$$

Допустиме напруження зминання для шпонки:  $[\sigma_{зм}] = 180$  (МПа).

Умова  $\sigma_{зм} = 5,62$  (МПа)  $\leq [\sigma_{зм}] = 180$  (МПа) виконується.

Перевіряємо шпонкове з'єднання на умову міцності для напружень зрізу:

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						93
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$\tau_{зр} = \frac{F}{S_{зр}} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau_{зр}];$$

Напруження зрізу для шпонки:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 19,77 \cdot 1000}{40 \cdot 44 \cdot 12} = 1,87 \text{ (МПа)}.$$

Допустиме напруження зрізу для шпонки:  $[\tau_{зр}] = 70 \text{ (МПа)}$ .

Умова  $\tau_{зр} = 1,87 \text{ (МПа)} \leq [\tau_{зр}] = 70 \text{ (МПа)}$  виконується.

Отже, шпонка витримає навантаження.

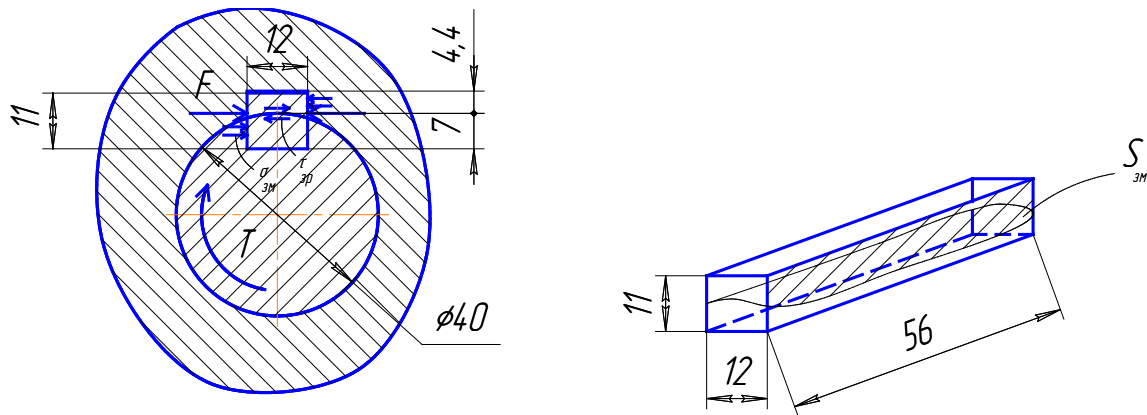


Рис. 7.6. Ескіз шпонкового з'єднання

### Розрахунок вихідного вала редуктора

Визначаємо орієнтовно діаметр вала в небезпечному перерізі за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{116,96}{0,2 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 0,031 \text{ (м)} = 31 \text{ (мм)},$$

де  $T = 180 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$  – крутний момент на швидкохідному валу;

$[\tau] = 20 \text{ (МПа)}$  – допустиме напруження на кручення;

Приймаємо  $d = 70 \text{ (мм)}$  – кратний п'яти.

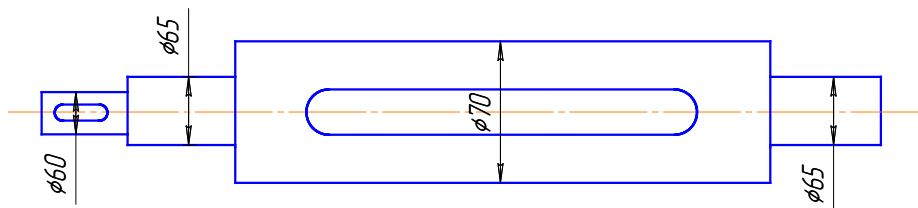


Рис. 7.7. Ескіз вихідного вала

Діаметр вала під підшипник беремо відповідно до стандарту:  $d = 65 \text{ (мм)}$ .

Вибираємо згідно ГОСТ 28428-90 радіальний двохрядний сферичний кульковий підшипник з циліндричним отвором внутрішнього кільця серії 1213, у якого каталожні динамічна і статична вантажопідйомності:  $C_{кат} = 31000 \text{ (Н)}$ ,  $C_0 = 17300 \text{ (Н)}$ , внутрішній діаметр  $d = 65 \text{ (мм)}$ , зовнішній діаметр  $D = 120 \text{ (мм)}$ , ширина  $B = 23 \text{ (мм)}$ .

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						94
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

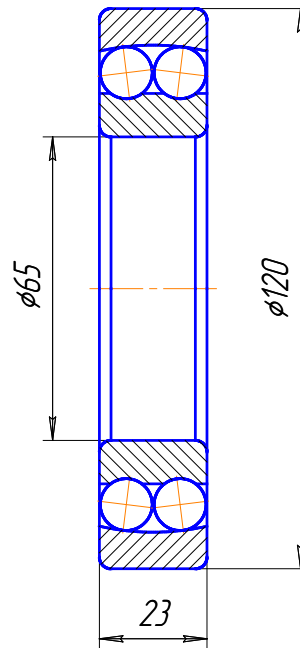


Рис. 7.8. Ескіз підшипника вихідного вала

### Розрахунок шпонкового з'єднання

Згідно ГОСТ 10748–79 вибираємо шпонку 20×18×100 з довжиною  $l = 100$  (мм), шириною  $b = 20$  (мм), висотою  $h = 18$  (мм). Діаметр під маточиною вала  $d = 70$  (мм). Глибина шпонкового пазу  $t_1 = 11$  (мм),  $t_2 = 7,4$  (мм). Крутний момент на валу  $T = 116,96$  (Н·м).

Перевіряємо шпонкове з'єднання на умову міцності для напружень зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{S_{зм}} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}];$$

Робоча довжина шпонки:

$$l_p = l - b = 100 - 20 = 80 \text{ (мм)}.$$

Напруження зминання для шпонки:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 116,96 \cdot 1000}{70 \cdot 80 \cdot (18 - 11)} = 5,96 \text{ (МПа)}.$$

Допустиме напруження зминання для шпонки:  $[\sigma_{зм}] = 180$  (МПа).

Умова  $\sigma_{зм} = 5,96$  (МПа)  $\leq [\sigma_{зм}] = 180$  (МПа) виконується.

Перевіряємо шпонкове з'єднання на умову міцності для напружень зрізу:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{S_{зр}} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau_{зр}];$$

Напруження зрізу для шпонки:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 116,96 \cdot 1000}{70 \cdot 80 \cdot 20} = 2,1 \text{ (МПа)}.$$

Допустиме напруження зрізу для шпонки:  $[\tau_{зр}] = 70$  (МПа).

Умова  $\tau_{зр} = 2,1$  (МПа)  $\leq [\tau_{зр}] = 70$  (МПа) виконується.

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						97
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Отже, шпонка витримає навантаження.

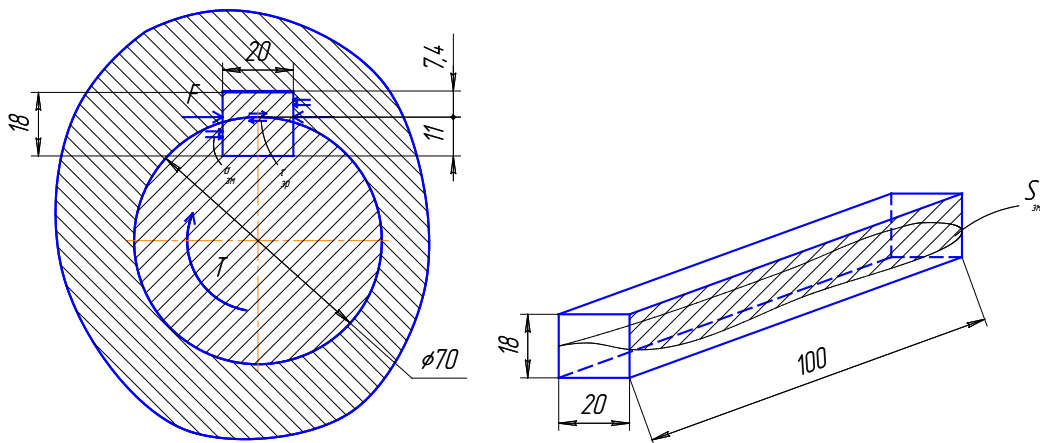


Рис. 7.9. Ескіз шпонкового з'єднання

### Вибір муфти і перевірка її елементів на міцність

Діаметр кінців валів: на електродвигуні  $d = 28$  (мм).

На швидкохідному валу редуктора  $d = 40$  (мм).

Згідно ГОСТ 21424-93 вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту з такими характеристиками: діаметр фланців  $D = 120$  (мм), діаметр розміщення пальців  $D_1 = 84$  (мм), діаметри півмуфт  $d_1 = 50$  (мм), діаметр пальця  $d_n = 14$  (мм), довжина муфти  $L = 125$  (мм), довжина втулки  $l_{вт} = 28$  (мм), зазор між півмуфтами  $c = 5$  (мм), кількість пальців  $z = 4$ . Допустима кількість обертів не більше  $n_{max}$ . Номінальний крутний момент  $T_{ном} = 125$  (Н·м). Півмуфти виготовлені з чавуну СЧ 20, пальці із сталі 45, втулки – із спеціальної гуми. Частота обертання на валу  $n = 1435$  (об/хв). Крутний момент на валу  $T = 19,77$  (Н·м).

Перевіряємо на умову міцності згинання пальців:

$$\sigma_{32} = \frac{M}{W_0} = \frac{32 \cdot F_n \cdot (0,5 \cdot l_{em} + c)}{\pi \cdot d_n^3} = \frac{64 \cdot T \cdot (0,5 \cdot l_{em} + c)}{D \cdot z \cdot \pi \cdot d_n^3} \leq [\sigma_{32}],$$

де  $[\sigma_{32}] = 70$  (МПа) – допустиме напруження згинання сталі 45.

Напруження згинання пальців:

$$\sigma_{32} = \frac{64 \cdot T \cdot 1000 \cdot (0,5 \cdot l_{em} + c)}{D_1 \cdot z \cdot \pi \cdot d_n^3} = \frac{64 \cdot 19,77 \cdot 1000 \cdot (0,5 \cdot 28 + 5)}{84 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 14^3} = 8,3 \text{ (МПа)}.$$

Умова  $\sigma_{32} = 8,3$  (МПа)  $\leq [\sigma_{32}] = 70$  (МПа) виконується.

Перевіряємо на умову міцності зминання втулок:

$$\sigma_{3м} = \frac{2 \cdot T}{D_1 \cdot z \cdot d_n \cdot l_{em}} \leq [\sigma_{3м}],$$

де  $[\sigma_{3м}] = 2,5$  (МПа) – допустиме напруження зминання спеціальної гуми.

Напруження зминання втулок:

$$\sigma_{3м} = \frac{2 \cdot T \cdot 1000}{D_1 \cdot z \cdot d_n \cdot l_{em}} = \frac{2 \cdot 19,77 \cdot 1000}{84 \cdot 4 \cdot 14 \cdot 28} = 0,3 \text{ (МПа)}.$$

Умова  $\sigma_{3м} = 0,3$  (МПа)  $\leq [\sigma_{3м}] = 2,5$  (МПа) виконується.

					<b>Розрахунки обладнання</b>	Лист
						98
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Умови міцності елементів вибраної муфти виконуються.

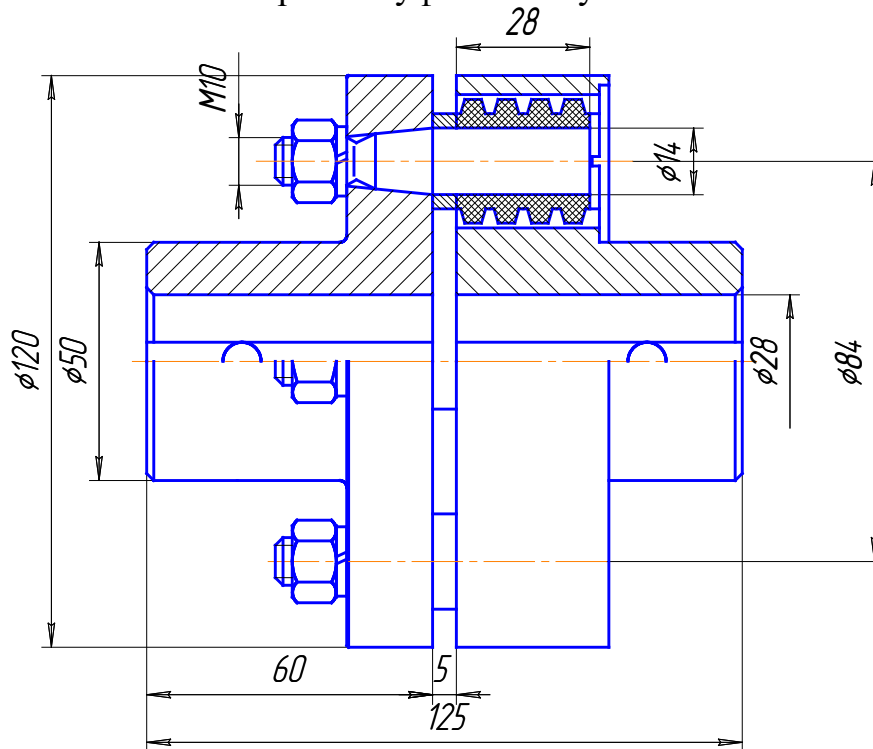


Рис. 7.10. Ескіз муфти пружної втулково-пальцевої

## 8. Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання

### Монтаж, експлуатація і ремонт кліпсатора Poly-Clip FCA 3463

#### Роботи по монтажу, догляду, санобробці, техобслуговуванню і ремонту машини

Кому дозволяється проводити дані роботи?

Монтажні роботи при зміні виробничих завдань, а також роботи по догляду і санобробці дозволяється проводити лише спеціально проінструктованому обслуговуючому персоналу. Роботи по техобслуговуванню і ремонту дозволяється проводити лише спеціально навченим фахівцям.

Що необхідно врахувати і виконувати перед початком цих робіт?

Роботи по монтажу, догляду, санобробці, техобслуговуванню і ремонту машини принципово повинні проводитися при зупиненій машині.

- Необхідно відключити основну подачу струму на машину.
- Необхідно відключити основну подачу стисненого повітря на машину.
- Заздалегідь переконавшись за допомогою споживача на машині, що тиск повітря відсутній (напр., обернути клапан випуску повітря (1, рис. 8.1) на підключенні живлення у напрямі стрілки, відкривши його).
- Необхідно вийняти управляючий кабель кліпсатор–шприц.

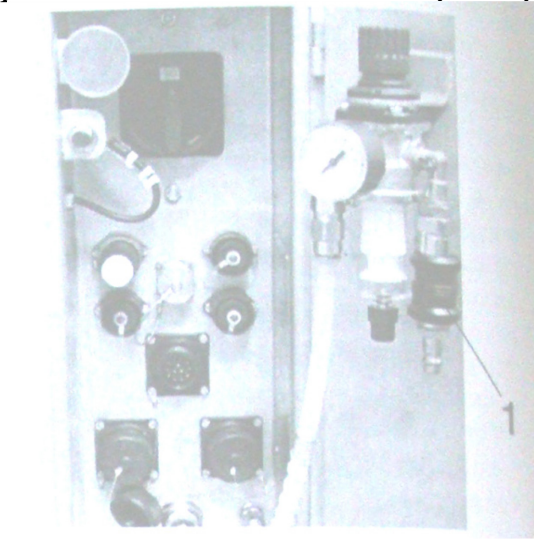


Рис. 8.1.

1 – Клапан випуску повітря на підключенні живлення

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.							98	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

## Санобробка машини

- Санобробка машини повинна проводитися відповідно до діючих гігієнічних розпоряджень і розпоряджень по запобіганню нещасним випадкам.
- При використанні приладів для санобробки дотримуватися вказівки по техніці безпеки виробників приладів.

## Роботи з електричним оснащенням



Роботи з електричним оснащенням машини дозволяється проводити лише фахівцям або інструктованому персоналу під керівництвом і спостереженням фахівців відповідно до електротехнічних правил.

### Перед початком робіт:

- відключити
- забезпечити від повторного включення
- переконатися у відсутності електричної напруги
- заземлити і замкнути накоротко
- закрити або відгородити сусідні деталі, що знаходяться під напругою!

### Підключення машини

- Дозволяється підключати машину лише до мереж струму із захисною провідниковою системою (РЕ).
- Електричне підключення машини дозволяється проводити лише з врахуванням приведених далі вказівок.
- Машину забороняється підключати до мережі із захисним вимикачем F1.
- Не дозволяється працювати на машині без захисного вимикача.

Перед введенням в експлуатацію переконатися, що захисна функція є в наявності. Запобіжник і розподільний пристрій електричної установки (не входять в об'єм постачання) мають бути розміщені замовником поблизу машини. При підключенні частотного перетворювача до мережевої напруги компоненти силової частини, а також певні елементи керуючої частини, з'єднуються з мережею напруги.

### Вказівка

Торкатися до даних елементів небезпечно для життя!

					<b>Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		99

Демонтувати частотний перетворювач дозволяється лише з дотриманням всіх правил техніки безпеки і діючих передписань.

На частотному перетворювачі забороняється вбудовувати або знімати окремі деталі або проводити будь-які ремонтні роботи.

#### Поводження з допоміжними речовинами

Дотримуйтесь при поводженні з мастилами, змазками, миючими засобами і іншими хімічними субстанціями вказівок по техніці безпеки і дозування, наданих виробником, а також інших діючих передписань.

Залишки мастил, що діють, змазок, миючих засобів і інших хімічних субстанцій необхідно збирати згідно із законодавчими положеннями повторного використання або утилізації таких речовин.

Дійсними при цьому є всі місцеві закони по захисту навколишнього середовища.

#### Установка машини

##### Указання

- Проводити роботи по установці машини дозволяється лише спеціально навченим фахівцям.
- Роботи по налагодженню для виробництва дозволяється проводити лише проінструктованому і уповноваженому на це обслуговуючому персоналу.
- При проведенні будь-яких робіт обов'язково дотримуватись вказівок техніки безпеки і місцеві розпорядження, що діють, по захисту від нещасних випадків.

#### Місце установки машини

##### Мінімальні вимоги:

- міцне і рівне підлогове покриття з достатньою несучою силою
- достатнє освітлення (500 lux)
- пневматичне і електричне підключення
- приміщення для надійної експлуатації і щоденного технічного обслуговування

##### Вказівка

При виборі місця установки машини беріть до уваги місцеві розпорядження по запобіганню нещасним випадкам і утилізації стічних вод.

#### Транспортування машини до місця установки

- Видалити матеріал транспортування.
- Стежити за тим, щоб транспортувальний блокувальний гвинт (3) був міцно затягнутий (Рис. 8.2).
- Обертати шпindel (2) вправо, щоб витягти рульовий пристрій (Рис. 8.4).
- Відстань між ніжкою (2) і підлогою не повинна перевищувати 15 мм (Рис. 8.4).
- Відпустити фіксатор (2) і витягнути важіль (1) до упору (Рис. 8.2).
- Повернути важіль вправо і знову зафіксувати фіксатор (Рис. 8.3).

Машину можна пересувати.

					<b>Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання</b>	Лист
						100
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

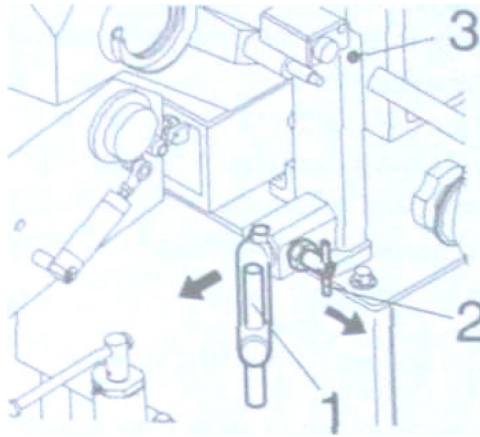


Рис. 8.2.

1 – Важіль зафіксований 2 – Фіксатор 3 – Блокувальний гвинт для транспортування

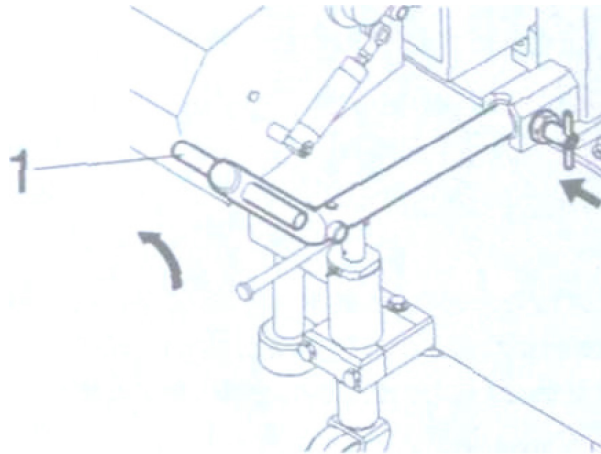


Рис. 8.3.

1 – Важіль вийнято

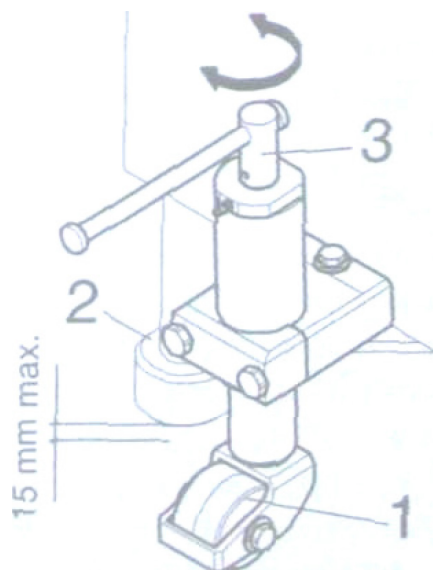


Рис. 8.4.

1 – Рульовий пристрій 2 – Ніжка 3 – Шпindelь

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата

## З'єднання машини з шприцом–наповнювачем

- Ослабити кріпильний гвинт на гнізді (1).
- Просунути сполучну штангу (2) в гніздо і прикрутити.
- З'єднати поворотну траверсу і сполучну штангу і затягнути.
- Вкласти гальмо оболонки в тримач.
- Закріпити цівку з гайкою на поворотній траверсі.

### Позиціонування цівки

Відстань між цівкою і щічками фаршевитіснювача залежить від величини цівки і повинна встановлюватися відповідним чином.

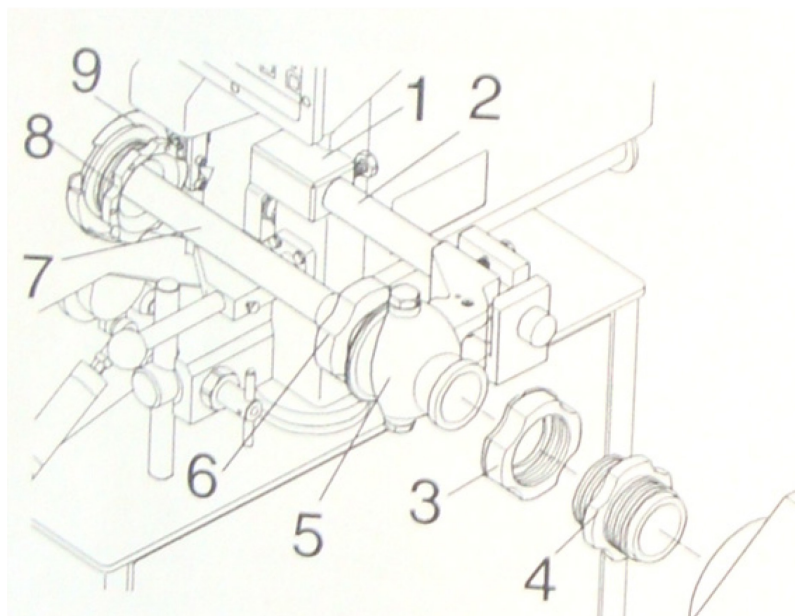


Рис. 8.5.

1 – Гніздо 2 – Сполучна штанга 3 – Сполучна гайка 4 – Сполучна муфта 5 – Поворотна траверса 6 – Гайка цівки 7 – Цівка 8 – Гальмо оболонки 9 – Тримач гальма оболонки

- Ослабити і вставити (не затягуючи) два кріпильних гвинта на гнізді.
- Перемістити поворотну траверсу в горизонтальному напрямі, встановивши необхідну відстань до щічок фаршевитіснювача.
- За допомогою маховика закрити щічки витискувача, щоб з'явився мінімальний отвір.
- Обертаючим рухом поворотної траверси вгору або вниз зцентрувати цівку по відношенню до гальма оболонки і отвору фаршевитіснювача.
- Знову затягнути кріпильні гвинти.

При необхідності можна провести точну центровку цівки по відношенню до отвору фаршевитіснювача.

– Повертаючи установочний гвинт (1), точно зцентрувати цівку (рис. 8.6).

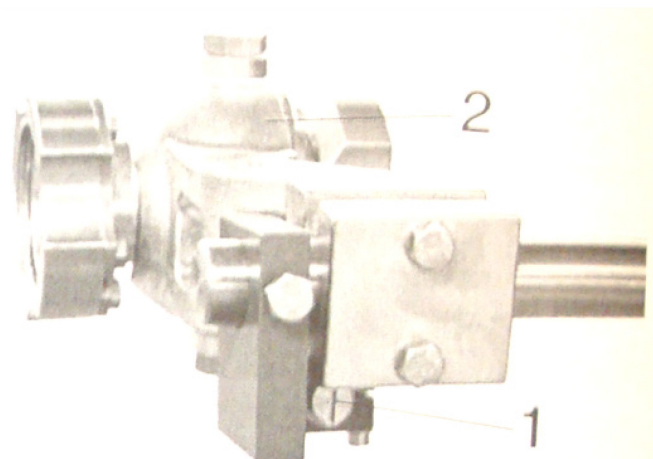


Рис. 8.6.

1 – Установочний гвинт 2 – Поворотна траверса

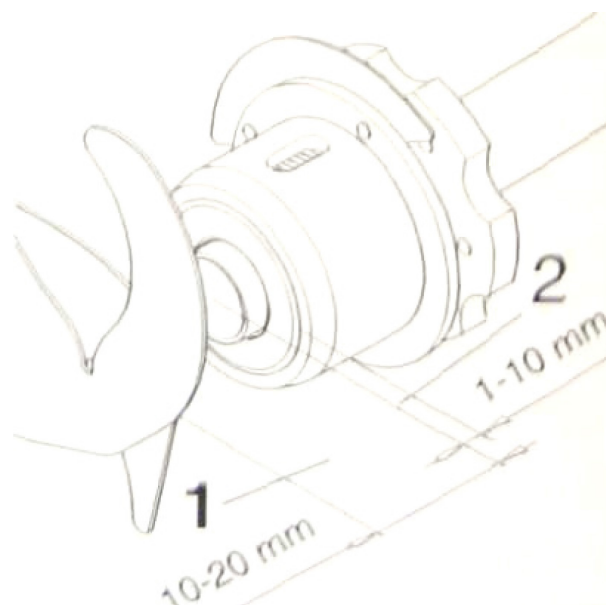


Рис. 8.7.

1 – Відстань між цівкою і щічками фаршевитіснювача 2 – Відстань між кінцем цівки і гальмом оболонки

#### Позиціювання гальма оболонки

Основна установка: Кінець цівки – початок гальма оболонки = 1 – 10 мм (Рис. 8.7).  
При використанні цівок більшого діаметру це значення збільшується відповідно.

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата

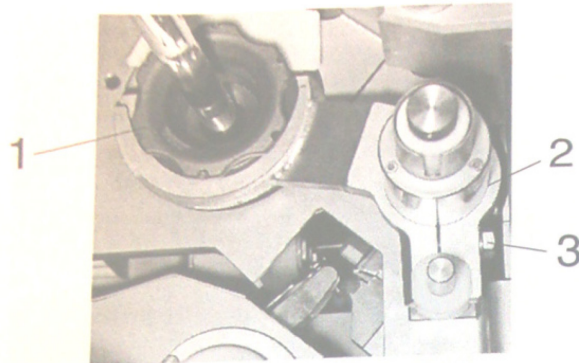


Рис. 8.8.

1 – Гальмо оболонки 2 – Тримач гальма оболонки 3 – Установочний гвинт

- Ослабити установочний гвинт (3).
- Зрушити тримач гальма оболонки (2) горизонтально до необхідного положення.
- Затягнути установочний гвинт.

#### Регулювання висоти подачі фаршу

Висоту будь-якого колеса або нерухокої ніжки можна змінити за допомогою обертання установочної гайки (1).

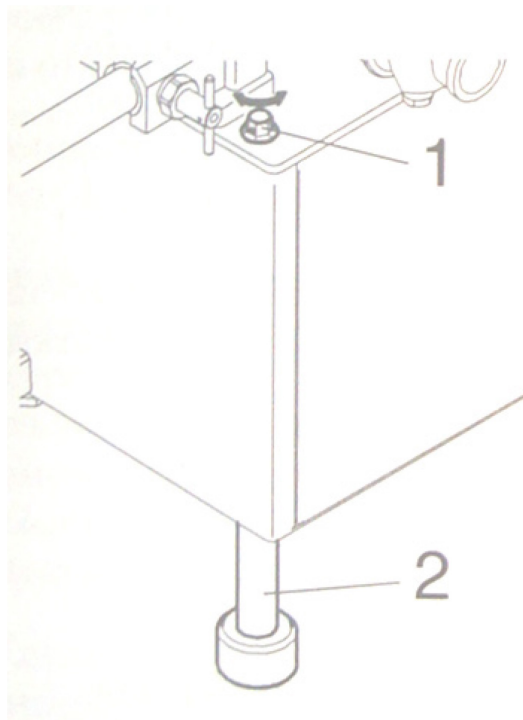


Рис. 8.9.

1 – Установочна гайка 2 – Нерухома ніжка

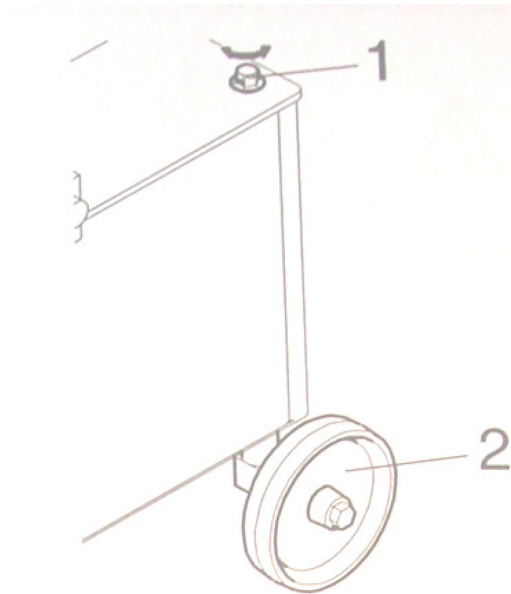


Рис. 8.10.  
1 – Установочна гайка 2 – Колесо

#### З'єднання кліпсатора з шприцом-наповнювачем

- Вкрутити сполучну муфту в підключення шприца-наповнювача.
- Прикрутити сполучну гайку до з'єднувальної муфти.
- При правильно встановленій висоті подачі фаршу з'єднувальну гайку можна затягнути без прикладання зусилля.

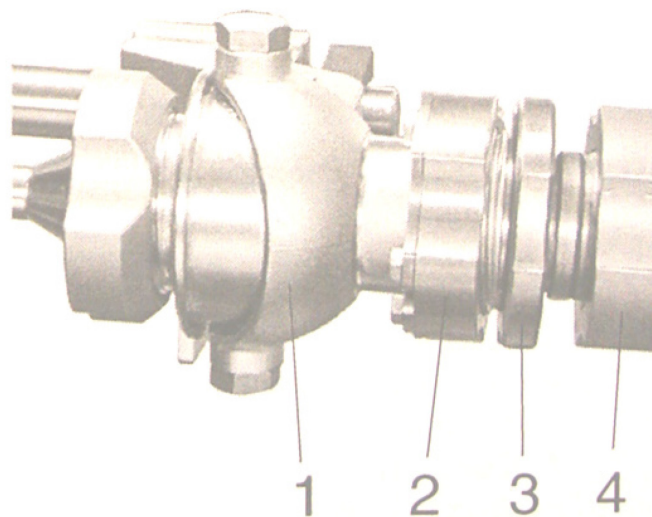


Рис. 8.11.  
1 – Поворотна траверса 2 – Сполучна гайка 3 – Сполучна муфта  
4 – Приєднання шприца

## Підключення машини

Всі з'єднання для підключення джерел енергії, а також сигнальні дроти мають бути прокладені фахівцями відповідно до місцевих розпоряджень, що діють, про запобігання нещасним випадкам.

## Пневматичні підключення

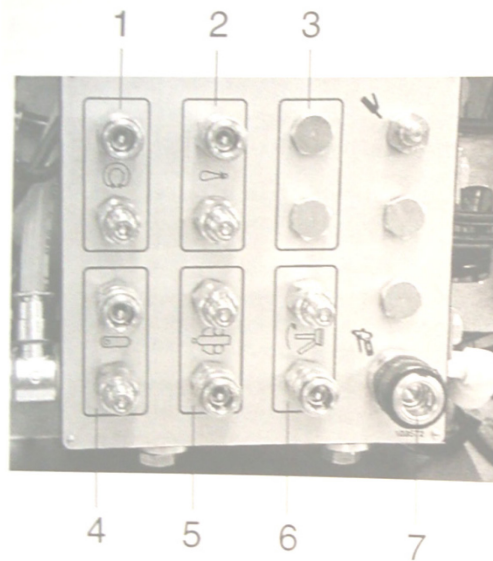


Рис. 8.12.

1 – Пристрій подачі шпагату (зелений) 2 – Автомат накладення петлі GSA (жовтий) 3 – Резерв 4 – Система подачі етикетки (білий) 5 – Пневматичне гальмо оболонки (блакитний) 6 – Здвоєна цівка (чорний) 7 – Пістолет стиснутого повітря Транспортер

## Електропідключення

### Вказівка

Дотримуватись розмірів підключень.

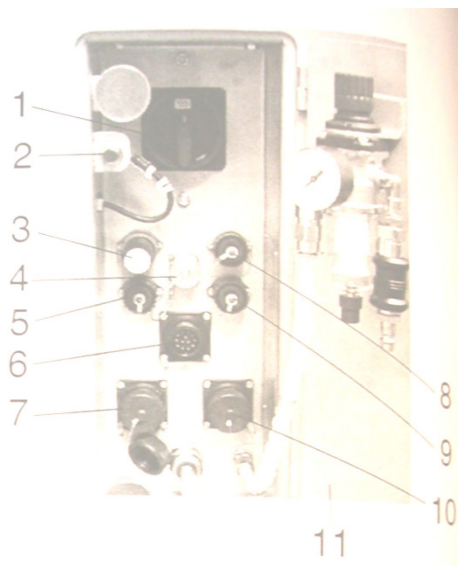


Рис. 8.13. Зворотня сторона машини

1 – Головний вимикач 2 – Датчик зближення 3 – Автомат термозварки TSA 4 – РС 5 – вільно 6 – Керуючий кабель–шприц 7 – Система подачі етикетки 8 – вільно 9 – вільно 10 – вільно 11 – Двері

Вказівка

При відкриванні дверей (11) датчик зближення (2) вимикає роботу машини.

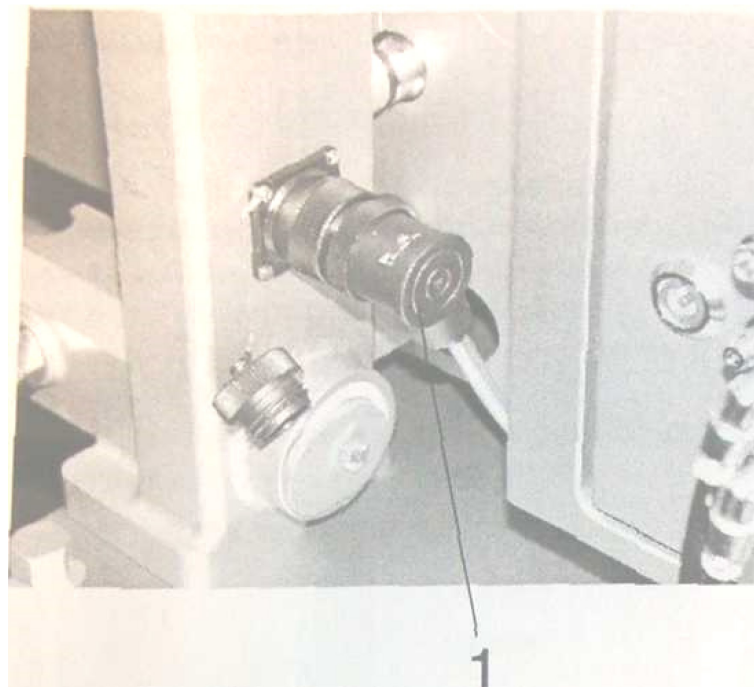


Рис. 8.14.

1 – Підключення транспортера

## Підготовка до роботи системи стисненого повітря

- Перервати подачу стисненого повітря на пристрої його підготовки.
- З'єднати пристрій підготовки стисненого повітря із стисненим повітрям.
- Встановити робочий тиск від 5 до 7 бар.

## Видалення води з повітряного фільтру

- Відкрити клапан випуску повітря.
- Викрутити пробку в підставі фільтру.
- Спустити воду.
- Для забезпечення бездоганного функціонування пристрою підготовки стисненого повітря необхідно щодня видаляти воду.

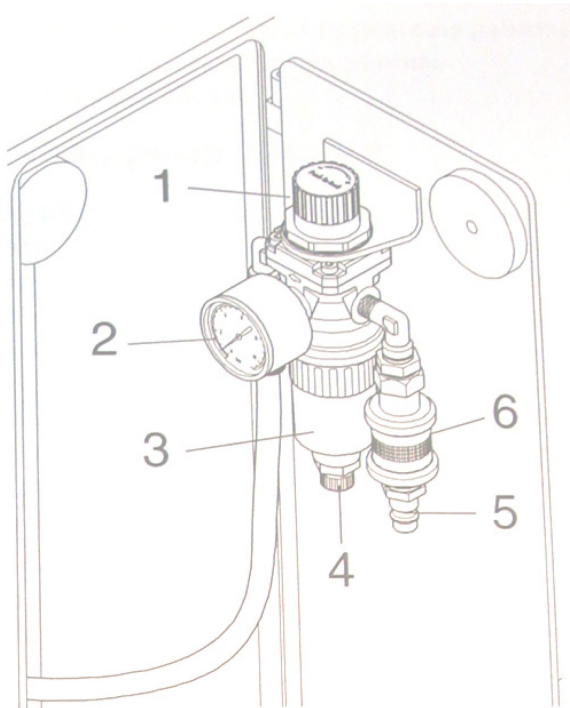


Рис. 8.15.

- 1 – Гвинт регулювання тиску повітря
- 2 – Манометр
- 3 – Повітряний фільтр
- 4 – Пробка випуску води
- 5 – Підключення живлення
- 6 – Клапан випуску повітря

## Монтаж, експлуатація і ремонт установки високого тиску

Аналіз науково–технічних публікацій, технічної документації, каталогів і проектів на обладнання для обробки продуктів харчування високим тиском дозволив отримати розроблені технічні вимоги на установки для обробки варених ковбас з однорідним фаршем високим тиском.

Установки повинні відповідати вимогам технічних умов на дане обладнання, ГОСТ 26582, ГОСТ 24444, комплекту документації, затвердженої в установленому порядку. Установки повинні мати параметри і розміри, вказані в таблиці:

### Техніко–експлуатаційні параметри обладнання для обробки варених ковбас з однорідним фаршем високим тиском (таблиця 8.1.):

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Значення параметра
1. Тиск в робочій камері, не менше	МПа	1000
2. Діапазон регулювання температури	°С	+4...+25
3. Установлена потужність, не більше	кВт	34
4. Об'єм робочої камери, не менше	л	100
5. Питоме використання електроенергії (на 1 кг готової продукції), не більше	кВт/кг	0,14
6. Витрата води (на 1 кг готової продукції), не більше	л/кг	0,05
7. Габаритні розміри, не більше довжина ширина висота	мм	3655 2270 3875
8. Зайнята площа, не більше	м <sup>2</sup>	8,296
9. Маса, не більше	кг	6500

Показники надійності обладнання повинні відповідати наступним вимогам:

- встановлена безвідмовна тривалість роботи, не менше 80 год;
- встановлений строк служби до капітального ремонту, не менше 5 років;

Критерії відмов:

- протікання гідравлічної системи;
- зношення системи клапанів і штуцерів.

Критерії граничних станів:

- граничний стан ресурсних систем (корпус робочої камери, система автоматики, падіння робочого тиску).

Деталі і складальні одиниці, які мають контакт з харчовими продуктами і середовищами, повинні виготовлятися з матеріалів, дозволених Міністерством охорони здоров'я.

Зовнішні і внутрішні поверхні установок, (крім поверхонь з корозійностійкої сталі) повинні бути пофарбовані емаллю ПФ–115 світлих відтінків ГОСТ 6465: зовнішні поверхні шафи керування – емаллю ПФ–115 сірого кольору ГОСТ 6465; внутрішні поверхні шафи керування – емаллю ПФ–115 білого кольору ГОСТ 6465; захисні огороження робочої камери, зовнішні поверхні розводки зовнішнього гідропровода – емаллю НЦ–32 ГОСТ 6465.

Установки повинні комплектуватися випущеним механічним та електричним обладнанням, пусковою та регулюючою апаратурою, які (у відповідності із стандартами та технічними умовами на ці вироби) відповідають вимогам діючої нормативно–технічної документації.

Таблички маркування установок і шаф керування повинні бути виготовлені у відповідності з ГОСТ 12969 і ГОСТ 12971. Зміст маркування повинен містити:

- найменування підприємства–виробника;
- найменування виробу;
- заводський номер виробу;
- рік і місяць випуску;
- позначення технічних умов.

При поставках установок на експорт наносяться слова «Зроблено в Україні». Маркування повинне бути виконане на російській мові, якщо немає інших вказівок в контракті. Транспортне маркування повинне бути виконане у відповідності з вимогами ГОСТ 14192.

В процесі експлуатації установки повинні працювати на робочих режимах при температурі навколишнього середовища від +15 до +30 °С та вологості до 80 %.

Установки на підприємстві–споживачі повинні бути встановлені у відповідності з вимогами монтажних креслень. Фундамент та ложе під установки повинні бути виконані по одну сторону з трапом на кінці для збирання та відведення води при митті обладнання. Передбачити можливість подачі шлангом теплої води (30 – 35 °С). При монтажі повинен бути забезпечений вільний доступ до всіх частин установки, які підлягають в процесі експлуатації регулюванню, обслуговуванню та ремонту.

					<b>Монтаж, експлуатація і ремонт обладнання</b>	Лист
						110
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

## 9. Охорона праці

### Кліпсатор Poly-Clip FCA 3463

#### Вказівки по техніці безпеки

##### Ввідні вказівки

Дана машина виготовлена фірмою Poly-Clip відповідно до сучасних правил і стану техніки і розпоряджень, що діють, по запобіганню нещасним випадкам.

Проте, від даної машини можуть:

– Виходити небезпеки для життя оператора або третьої особи  
– З'являтися негативні дії на роботу машини і інших предметів оператора, якщо машина:

- Обслуговується ненавченим персоналом
- І/або використовується неналежним чином чи не за призначенням.

##### Вказівка

Будь-яка людина, якій доручені введення машини в експлуатацію, робота, технічне обслуговування, догляд за машиною і її ремонт зобов'язана заздалегідь прочитати і зрозуміти інструкцію по експлуатацію, особливо главу про правила техніки безпеки. Крім того, необхідно дотримувати всі розпорядження, що діють, по техніці безпеки і запобіганню нещасним випадкам.

#### Попереджувальні вказівки на машині

- Необхідно обов'язково дотримуватись вказівок, розміщених на машині попереджувальних покажчиків–табличок і символів, вказуючих на можливі небезпечні ділянки.
- Не дозволяється видаляти з машини попереджувальні покажчики–таблички і символи.
- Пошкоджені або нечитані попереджувальні покажчики–таблички і символи необхідно негайно замінювати.

#### Використання машини

##### Належне використання

Дана машина призначена лише для накладення скріпки на батони ковбас, наповнені в різні види оболонки різного діаметру. (Температура в місці установки машини 0–50 °С). Одночасно на батони ковбаси можуть розміщуватися петлі і кодована інформація.

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Охорона праці</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.							111	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

## Неналежне використання

Машину не дозволяється використовувати без приєднаного до неї розвантажувального транспортера, без цівки і гальма оболонки. Якщо машина оснащена автоматом–петлеукладчиком (GSA), то експлуатувати машину дозволяється лише з петлеукладчиком (GSA) або відповідною захисною кришкою замість петлеукладчика (GSA). Не можна запускати машину в експлуатацію без захисних кожухів. Машина не має захисту від вибуху!

## Перебудови і зміни

а) В цілях безпеки не дозволяється виконувати самостійних перебудов або змін, прибудови або вбудовування додаткових пристроїв типа автомата–петлеукладчика або здвоєної цівки, які не були встановлені фірмою Poly-Clip.

б) Захисні пристрої оберігають від доступу до небезпечних ділянок під час роботи машини, тому їх не дозволяється демонтувати, перебудовувати чи від'єднувати.

в) Чинити негативний вплив на безпеку роботи на машині можуть скріпки, петлі або запасні частини, не відповідні встановленим фірмою Poly-clip System нормам і поставлені іншою фірмою, окрім Poly-clip System. На машині дозволяється використовувати лише оригінальні скріпки і петлі виробництва фірми Poly-clip System, а також вбудовувати і пристроювати лише оригінальні запасні частини фірми Poly-Clip System.

При самостійних перебудовах або змінах (а і б), використанні інших скріпок і петель, окрім тих, що поставляються фірмою Poly-clip System (в), і в разі прибудови або вбудовування інших запасних частин, окрім виготовлених на фірмі Poly-clip System (в), Сертифікат Відповідності ЄС втрачає свою дію, і гарантія безпеки на машину припиняється.

Кому дозволяється обслуговувати машину?

Працювати на машині дозволяється лише спеціально навченому і такому, що отримав відповідні інструкції персоналу.

Інструктаж персоналу повинен проходити відповідно до інструкції по експлуатації, особливо глави «Вказівки по техніці безпеки» безпосередньо біля машини.

При проведенні інструктажа необхідно дати роз'яснення обслуговуючому персоналу про небезпечні ділянки і всі можливі небезпечні ситуації, що можуть виникнути при експлуатації машини, безпосередньо на машині.

Одночасно обслуговувати машину дозволяється лише одній людині.

					<b>Охорона праці</b>	Лист
						112
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

## Захисні пристрої

Вбудовані захисні пристрої передбачають обслуговування машини стоячи.

Небезпечні ділянки, захищені спеціальними пристроями

А) Ділянка вивантаження батона ковбаси, за допомогою захисних ґрат, що відкидаються.

В) Ділянка фаршевитіснювача, за допомогою захисної кришки з лицьового боку машини.

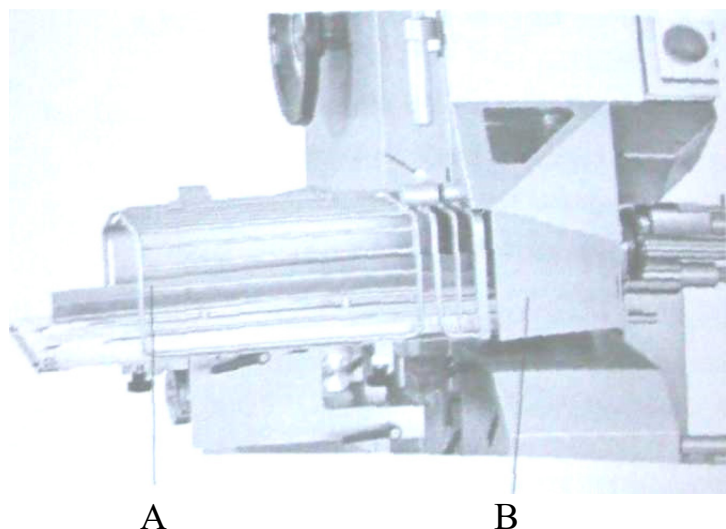


Рис. 9.1. Небезпечні ділянки, захищені спеціальними пристроями.

А – Захисні ґрати В – Захисна кришка

Процеси, захищені спеціальними пристроями:

С – Процес повороту ділянки вивантаження ковбасного батона

Д – Процес відвороту верхньої частини машини

Якщо спрацьовує захисний пристрій, наприклад, при підйомі захисних ґрат на вивантаженні ковбасного батона, відвороті верхньої частини машини або відкритті захисного кожуха, то контур електричного струму переривається. Машина зразу зупиняється і знаходиться в неробочому стані.

Всі захисні пристрої необхідно контролювати!

- Перед кожним введенням машини в експлуатацію!
- Перед кожним початком роботи на машині!
- Після закінчення будь-яких робіт по монтажу, догляду, техобслуговуванню, санобробці і ремонту машини!

					<b>Охорона праці</b>	Лист
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		113

Яким чином контролювати захисні пристрої?

Умова: машина готова до роботи.

Для контролю по черзі запуснути захисні пристрої А, В, С і D.

Приклад: Проконтролювати захисний пристрій А на вивантаженні ковбасного батона:

– Відкинути вгору захисні ґрати на ділянці вивантаження ковбасних батонів.

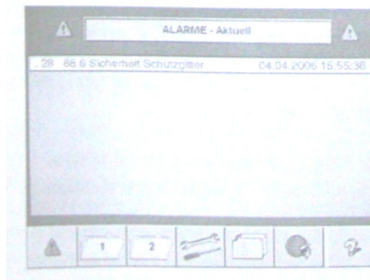


Рис. 9.2. Увага!

Машина знаходиться тепер в неробочому стані.

– Закрити захисні ґрати.

Машина знову готова до роботи.

Якщо результат контролю інший, необхідно негайно відключити машину і повідомити про це персоналу, що займається технічним обслуговуванням машини.

Працювати на машині дозволяється лише при бездоганному функціонуванні всіх захисних пристроїв: А, В, С і D.

### **Охорона праці установки високого тиску**

Рівень шуму на робочому місці оператора під час роботи установок не повинен перевищувати норм, встановлених ДСТУ 2867, ГОСТ 12.1.003 розділ 2, ГОСТ 12.1.050, ДСН 3.3.6.037–99. Еквівалентний рівень шуму на робочому місці оператора повинен бути не більше 60 дБА. Показники вібраційного навантаження на оператора в межах робочого місця (зони) не повинен перевищувати санітарних норм вібраційного навантаження, приведених в ДСН 3.3.6.039–99 і ГОСТ 12.1.012 (для вібрації категорії 3 тип «а»). Рівень вібрацій на робочому місці оператора повинен бути не більше 92 дБА.

Електрообладнання, виготовлене в складі установок та електропроводки по обладнанню, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.019; ГОСТ 12.2.007.0;

					<b>Охорона праці</b>	Лист
						114
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

ГОСТ 22789; ГОСТ 27487 справжніх технічних мов та конструкторської документації.

Для виготовленого в складі установок електрообладнання повинне бути забезпечене електричне з'єднання всіх доступних для дотику металевих, не проводячих струм складових частин, які можуть виявитися під напругою, з заземляючим болтом.

Опір між кожною доступною для дотику металевою, не проводячою струм складовою частиною установок, яка може виявитися під напругою, і заземляючим болтом повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007.0; ГОСТ 22789; (не більше 0,1 Ом).

Клас електрообладнання по способу захисту людини від ураження електричним струмом 1 по ГОСТ 12.2.007.0. Опір електричної ізоляції між кожною незалежною, проводячою струм частиною ланцюга шафи керування, електропроводки та заземленими частинами обладнання, виготовлені в складі установок, не повинні бути менше 1 МОм. Електрична ізоляція повинна витримувати напругу 2000 В змінного струму, частотою 50 Гц, впродовж 1 хвилини по ГОСТ 27487.

Всі елементи електричної схеми повинні функціонувати в передбаченій проектом послідовності спрацювання блокувань, шляхових та кінцевих (безконтактних) вимикачів та відключати установки при натисканні на аварійний вимикач.

Аварійне вимикання обладнання повинне здійснюватись кнопкою з червоним грибовидним штовхачем, який розміщений на шафі керування, зручному для натискання місці.

З метою виключення випадкового пуску двигунів, всі пускові кнопки повинні бути виконені утопленими.

В схемі керування установок повинне бути передбачене блокування, яке виключає можливість повторного включення приводу до ліквідації аварійної ситуації.

Двері захисної кришки робочої камери повинні мати блокування, яка вимикає електродвигуни нагнітаючого компресора робочого преса при відкриванні дверей. Аналогічне блокування повинна мати огороження приводу нагнітаючого компресора робочого преса, яке вимикає електродвигун компресора при зніманні огороження. Схемою передбачена звукова сигналізація оповіщення про запуск нагнітаючого компресора, оскільки останній може бути встановлений в іншому технологічному приміщенні.

## 10. Економічна ефективність роботи

### Розрахунок загальних інвестицій.

Інвестиції здійснюються за рахунок спільних коштів залежно від дольової участі.

Розрахунок проводиться за формулою:

$$I_{заг} = B_y + B_{\delta} + B_m + B_{\delta m} + B_z - B_p - B_{mb},$$

де  $B_y = 500000$  (грн) – вартість устаткування;

$$B_{\delta} = \frac{B_y \cdot 5\%}{100\%} = \frac{500000 \cdot 5\%}{100\%} = 25000 \text{ (грн)} \text{ – вартість доставки;}$$

$$B_m = \frac{B_y \cdot 16,5\%}{100\%} = \frac{500000 \cdot 16,5\%}{100\%} = 82500 \text{ (грн)} \text{ – вартість монтажу;}$$

$B_{\delta y} = 380000$  (грн) – вартість діючого устаткування по балансовій вартості на 1.01.2010 року;

$$B_{\delta m} = \frac{B_{\delta y} \cdot 5\%}{100\%} = \frac{380000 \cdot 5\%}{100\%} = 19000 \text{ (грн)} \text{ – вартість демонтажу;}$$

$$B_z = B_{\delta y} - \frac{B_{\delta y} \cdot H_a}{100\%} \cdot K_{p.e.} = 380000 - \frac{380000 \cdot 22\%}{100\%} \cdot 4 = 45600 \text{ (грн)} \text{ –}$$

залишкова вартість, де

$H_a = 22\%$  – річна норма амортизації технологічного устаткування;

$K_{p.e.} = 4$  роки – кількість років експлуатації після капітального ремонту, але не більше 5 років.

$$B_p = B_{\delta y} \cdot 6\% = 380000 \cdot 6\% = 22800 \text{ (грн)} \text{ – вартість реалізації діючого}$$

устаткування чи діючих частин;

Одержано при демонтажі металобрухту чорного по ціні 400 грн і кольорового металобрухту по ціні 300 грн за 1 т. Всього металобрухту маємо по 0,5 т. Вартість металобрухту:

$$B_{mb} = 0,5 \cdot 400 + 0,5 \cdot 300 = 200 + 150 = 200 + 100 = 300 \text{ (грн).}$$

Інвестиції загальні:

$$\begin{aligned} I_{заг} &= B_y + B_{\delta} + B_m + B_{\delta m} + B_z - B_p - B_{mb} \\ &= 500000 + 25000 + 82500 + 19000 + 45600 - 22800 - 300 = \\ &= 649000 \text{ (грн)} \end{aligned}$$

### Розрахунок чисельності працюючих.

Визначається ефективний фонд робочого часу одного робітника на рік виходячи з календарного часу.

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.							116	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

Таблиця 10.1

Вид часу	Дні, години
Календарний фонд часу на рік, дні	365 днів
Вихідні та святкові дні	111 днів
Номінальний фонд робочого часу, дні	365–111=254 дні
Невиходи на роботу, дні	25 днів
Ефективний фонд робочого часу, дні	254–25=229 днів
Середня тривалість робочого часу, год	8 год
Ефективний фонд робочого часу одного робітника на рік, год	229·8=1832 год

Чисельність робітників розраховується за формулою:

$$Ч_p = \frac{O_{np} \cdot T_{зм}}{H_{y.v.} \cdot T_{ef} \cdot K_n \cdot K_n}, \text{ де}$$

$O_{np} = 550$  (т) – обсяг виробництва проектний;

$T_{зм} = 8$  (год) – тривалість зміни;

$H_{y.v.} = 0,4$  (т) – норма укрупненої виробки;

$T_{ef} = 1832$  (год) – ефективний фонд робочого часу одного робітника на рік;

$K_n = 1$  – коефіцієнт виконання норм виробки;

$K_n = 1,05$  – коефіцієнт підвищення норм праці.

Чисельність робітників в базовому і проектноу варіантах:

$$Ч_p \text{ (базова)} = \frac{O_{np} \cdot T_{зм}}{H_{y.v.} \cdot T_{ef} \cdot K_n \cdot K_n} = \frac{500 \cdot 8}{0,4 \cdot 1832 \cdot 1 \cdot 1,05} = 5,2 \approx 5 \text{ (робітників).}$$

$$Ч_p \text{ (проектна)} = \frac{O_{np} \cdot T_{зм}}{H_{y.v.} \cdot T_{ef} \cdot K_n \cdot K_n} = \frac{550 \cdot 8}{0,4 \cdot 1832 \cdot 1 \cdot 1,05} = 5,7 \approx 6 \text{ (робітників).}$$

В базовому і проектному варіантах планово робітники розраховуються по розряду середньостатистичних даних ковбасного цеху:

II розряд –  $Ч_p = 6 \cdot 26\% = 5 \cdot 0,26 = 1,3 \approx 1$  (чол); II розряд –  $Ч_p = 6 \cdot 26\% = 6 \cdot 0,26 = 1,56 \approx 2$  (чол);

III –  $Ч_p = 6 \cdot 24\% = 5 \cdot 0,24 = 1,2 \approx 1$  (чол); III –  $Ч_p = 6 \cdot 24\% = 6 \cdot 0,24 = 1,44 \approx 1$  (чол);

IV –  $Ч_p = 5 \cdot 38\% = 5 \cdot 0,38 = 1,9 \approx 2$  (чол); IV –  $Ч_p = 6 \cdot 38\% = 6 \cdot 0,38 = 2,28 \approx 2$  (чол);

V –  $Ч_p = 5 \cdot 12\% = 5 \cdot 0,12 = 0,6 \approx 1$  (чол); V –  $Ч_p = 6 \cdot 12\% = 6 \cdot 0,12 = 0,72 \approx 1$  (чол).

**Розрахунок собівартості (зміни виробництва) 1 т ковбасних виробів.**

					Економічна ефективність роботи	Лист
						117
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

В роботі передбачено виробництво діючої чи якісної продукції, тому розрахунок проводиться тільки по тих статтях, по яких вони впливають на проектні рішення.

Результати розрахунків порівнюються з витратами по статтям у 2019 році.

### 1 стаття «Вартість сировини і матеріалів»

Вартість сировини і матеріалів, яка становить 28435,25 (грн), в базовому і проектному роках не змінюється.

### 2 стаття «Вартість палива і енергії на технологічні цілі»

При впровадженні проектних рішень потужність електродвигунів змінюється з 266,1 (кВт · год) на діючій техніці до 162,1 (кВт · год) кВт·год при впровадженні нової техніки.

Затрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$Z_e = N_y \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_{одн} \cdot K_{\psi} \cdot \Phi_0 \cdot C_e,$$

де  $N_y$  – установочна потужність електродвигунів, кВт·год;

$K_n = 0,85$  – коефіцієнт потужності завантаження електродвигунів;

$K_u = 0,6$  – коефіцієнт часу завантаження електродвигунів;

$K_{одн} = 0,5 \dots 0,7 = 0,6$  – коефіцієнт одночасної обробки на двигунах;

$K_{\psi} = 0,99$  – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії у мережах;

$\Phi_0 = 1750$  (год) – дійсний річний фонд роботи устаткування;

$C_e = 0,4$  (грн) – ціна однієї кВт·год.

Базова і проектна потужність електродвигунів:

$$N_y \text{ (базова)} = 2,5 + 3 \cdot 1,5 + 132 + 2,8 + 2,8 + 3,5 + 8 \cdot 13 + 14 \cdot 1 = 266,1 \text{ (кВт} \cdot \text{год)};$$

$$N_y \text{ (проектна)} = 2,5 + 3 \cdot 1,5 + 132 + 2,8 + 2,8 + 3,5 + 14 \cdot 1 = 162,1 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Затрати на електроенергію (базові):

$$\begin{aligned} Z_e \text{ (базові)} &= N_y \text{ (базова)} \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_{одн} \cdot K_{\psi} \cdot \Phi_0 \cdot C_e \\ &= 266,1 \cdot 0,85 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,99 \cdot 1750 \cdot 0,4 = \\ &= 56428,63 \text{ (грн)} \end{aligned}$$

Затрати на електроенергію (проектні):

$$\begin{aligned} Z_e \text{ (проектні)} &= N_y \text{ (проектна)} \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_{одн} \cdot K_{\psi} \cdot \Phi_0 \cdot C_e \\ &= 162,1 \cdot 0,85 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,99 \cdot 1750 \cdot 0,4 = \\ &= 34374,60 \text{ (грн)} \end{aligned}$$

Витрати на 1 т у базовому варіанті:

$$Z_{e1} \text{ (базові)} = \frac{Z_e \text{ (базові)}}{O_{\sigma}} = \frac{56428,63}{500} = 112,86 \text{ (грн)}.$$

Витрати на 1 т у проектному варіанті:

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						118
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$Z_{e1} (\text{проектні}) = \frac{Z_e (\text{проектні})}{O_b} = \frac{34374,60}{550} = 62,50 (\text{грн}).$$

Зменшення витрат на 1т:

$$\Delta Z_e = Z_{e1} (\text{базові}) - Z_{e1} (\text{проектні}) = 112,86 - 62,50 = 50,36 (\text{грн}).$$

Витрати по статті у проектному варіанті:

$$Z_e (\text{проектні}) = Z_e (\text{базові}) - \Delta Z_e = 1644,78 - 50,36 = 1614,42 (\text{грн}).$$

### 3 стаття «Заробітна плата основних виробничих робітників»

Плановий фонд заробітної плати на 1 т ковбасних виробів становить 12000 грн. Витрати по статті в базовому і проектному варіантах не змінюється, тому що в проектному році не планується скорочення робітників.

### 4 стаття «Відрахування у соціальні фонди»

Відрахування в соціальні фонди на 1 т ковбасних виробів складає:  
 $\frac{12000 \cdot 38,1\%}{100\%} = 4572 (\text{грн}).$

Відрахування в соціальні фонди в базовому і проектному роках не змінюються.

### 5 стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування.

Стаття включає витрати на утримання устаткування – амортизаційні витрати.

$$V_{y.e.} = \frac{V_y \cdot H_a \cdot H_{y.e.}}{100\% \cdot 100\%}, \text{ де}$$

$V_y$  = (грн) – вартість устаткування;

$H_a$  = 22 (%) – норма амортизації устаткування;

$H_{y.e.}$  = 28 (%) – норма на утримання і експлуатацію устаткування;

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування (базові):

$$V_{y.e.} (\text{базові}) = \frac{500000 \cdot 22 \cdot 28}{100 \cdot 100} = 30800 (\text{грн}).$$

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування (проектні):

$$V_{y.e.} (\text{проектні}) = \frac{380000 \cdot 22 \cdot 28}{100 \cdot 100} = 23408 (\text{грн}).$$

Витрати на 1 т:

$$V_{y.e.1} (\text{базові}) = \frac{V_{y.e.} (\text{базові})}{O_b} = \frac{30800}{500} = 61,60 (\text{грн}).$$

$$V_{y.e.1} (\text{проектні}) = \frac{V_{y.e.} (\text{проектні})}{O_{np}} = \frac{23408}{550} = 42,56 (\text{грн}).$$

Зменшення витрат на 1т:

$$\Delta V_{y.e.} = V_{y.e.1} (\text{базові}) - V_{y.e.1} (\text{проектні}) = 61,60 - 42,56 = 19,04 (\text{грн}).$$

Витрати по статті у проектному варіанті:

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						119
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$V_{y.e.} (\text{проектні}) = V_{y.e.} (\text{базові}) - \Delta V_{y.e.} = 4344,77 - 19,04 = 4325,73 \text{ (грн)}.$$

**6 стаття «Загальновиробничі витрати»  
Розрахунок загальновиробничих витрат.**

Визначаються по питомій вазі цих витрат до заробітної плати.

Витрати в базовому і проектному варіанті не змінюються:

$$V_{зв} = ЗП \cdot 200\% = 12000 \cdot 2 = 24000 \text{ (грн)}.$$

Виробнича собівартість 1 т ковбасних виробів (проектна):

$$СВ (\text{проектна}) = 28435,25 + 1614,42 + 12000 + 457,2 + 4325,73 + 2400 = 38432,60 \text{ (грн)}.$$

**7 стаття «Загальногосподарські витрати»  
Розрахунок загальногосподарських витрат.**

Визначаються по питомій вазі цих витрат у базовому варіанті до виробничої собівартості.

$$\frac{V_{зг} (\text{базові})}{СВ (\text{базова})} \cdot 100\% = \frac{1925,10}{38502} \cdot 100\% = 5 (\%).$$

Витрати в проектному варіанті:

$$V_{зг} (\text{проектні}) = \frac{СВ (\text{проектна}) \cdot V_{зг} (\text{базові})}{СВ (\text{базова}) \cdot 100\%} = \frac{38432,60 \cdot 5\%}{100\%} = 1921,63 \text{ (грн)}.$$

**8 стаття «Позавиробничі витрати»  
Розрахунок позавиробничих витрат.**

Визначаються по питомій вазі цих витрат у базовому варіанті до виробничої собівартості.

$$\frac{V_{пв} (\text{базові})}{СВ (\text{базова})} = \frac{192,51}{38502} \cdot 100\% = 0,5 (\%).$$

Витрати в проектному варіанті:

$$V_{пв} (\text{проектні}) = \frac{СВ (\text{проектна}) \cdot V_{пв} (\text{базові})}{СВ (\text{базова}) \cdot 100\%} = \frac{38432,60 \cdot 0,5\%}{100\%} = 192,16 \text{ (грн)}.$$

Всього витрат на виробництво 1 т ковбасних виробів (проектні):

$$V_{всього} (\text{проектні}) = СВ (\text{проектна}) + V_{зг} (\text{проектні}) + V_{пв} (\text{проектні}) \\ = 38432,60 + 1921,63 + 192,16 = 40546,39 \text{ (грн)}$$

Результати розрахунків відображаються у таблиці «Витрати виробництва на 1 т продукції по статтях витрат».

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						120
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 10.2

Витрати виробництва на 1 т ковбасних виробів				
Статті витрат	Базовий варіант (2019 р.), грн	Проектний варіант (2020 р.), грн	+/-, грн, грн	Зміна витрат, %
1. Вартість сировини і основних матеріалів	28435,25	28435,25	0,00	0,00
2. Вартість палива і енергії на виробничі цілі	1664,78	1614,42	-50,37	-3,12
3. Заробітна плата основних робітників	12000,00	12000,00	0,00	0,00
4. Відрахування на соціальні заходи	457,20	457,20	0,00	0,00
5. Витрати на утримання устаткування	4344,77	4325,73	-19,04	-0,44
6. Загальновиробничі витрати	2400,00	2400,00	0,00	0,00
Виробнича собівартість	38502,00	38432,60	-69,41	-0,18
7. Загальногосподарські витрати	1925,10	1921,63	-3,47	-0,18
8. Позавиробничі витрати	192,51	192,16	-0,35	-0,18
Всього витрат	40619,61	40546,39	-73,22	-0,18

Розрахунки показали, що в проектному варіанті (2020 р.) витрати на виробництво 1 т ковбасних виробів зменшились на 732,2 грн або 0,18 %.

### Розрахунок показників економічної ефективності роботи.

Показники розраховуються в базовому і проектному варіантах зі змінами.

1) Вартість продукції визначається як добуток обсягу виробництва на ціну продукції:

$$B_n = O \cdot Ц;$$

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						121
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$$B_n (\text{базова}) = O_b \cdot C_b = 500 \cdot 40619,61 = 20309805 (\text{грн}) = 20309,8 (\text{тис. грн}).$$

$$B_n (\text{проектна}) = O_{np} \cdot C_{np} = 550 \cdot 40546,39 = 22300515 (\text{грн}) = 22300,5 (\text{тис. грн}).$$

2) Витрати виробництва визначаються як добуток обсягу виробництва на витрати виробництва на 1т:

$$B_v = O \cdot B_{v1};$$

$$B_v (\text{базові}) = O_b \cdot B_{v1} (\text{базові}) = 500 \cdot 38502 = 19251000 (\text{грн}) = 19251 (\text{тис. грн}).$$

$$B_v (\text{проектні}) = O_{np} \cdot B_{v1} (\text{проектні}) = 550 \cdot 38432,60 = 21137930 (\text{грн}) = 21137,9 (\text{тис. грн})$$

3) Загальний прибуток:

$$P_{zag} = B_n - B_v;$$

$$P_{zag} (\text{базовий}) = B_n (\text{базова}) - B_v (\text{базові}) = 20309,8 - 19251 = 1058,8 (\text{тис. грн}).$$

$$P_{zag} (\text{проектний}) = B_n (\text{проектна}) - B_v (\text{проектні}) = 22300,5 - 21137,9 = 1162,6 (\text{тис. грн})$$

4) Податок на прибуток:

$$P_n = \frac{P_{zag} \cdot 25\%}{100\%};$$

$$P_n (\text{базовий}) = \frac{P_{zag} (\text{базовий}) \cdot 25\%}{100\%} = \frac{1058,8 \cdot 25\%}{100\%} = 264,7 (\text{тис. грн}).$$

$$P_n (\text{проектний}) = \frac{P_{zag} (\text{проектний}) \cdot 25\%}{100\%} = \frac{1162,6 \cdot 25\%}{100\%} = 290,65 (\text{тис. грн}).$$

5) Прибуток чистий:

$$P_{ch} = P_{zag} - P_n;$$

$$P_{ch} (\text{базовий}) = P_{zag} (\text{базовий}) - P_n (\text{базовий}) = 1058,8 - 264,7 = 794,1 (\text{тис. грн}).$$

$$P_{ch} (\text{проектний}) = P_{zag} (\text{проектний}) - P_n (\text{проектний}) = 1162,6 - 290,65 = 871,95 (\text{тис. грн})$$

6) Продуктивність праці у натуральному виразі визначається як відношення обсягу виробництва до чисельності промислово-виробничого персоналу:

$$P = \frac{O}{Ч_{впн}};$$

$$P (\text{базовий}) = \frac{O_b}{Ч_{впн} (\text{базова})} = \frac{500}{5} = 100 (\text{т/чол}).$$

$$P (\text{проектний}) = \frac{O_{np}}{Ч_{впн} (\text{проектна})} = \frac{550}{6} = 91,67 (\text{т/чол}).$$

7) Продуктивність праці у вартісному виразі визначається як відношення вартості продукції до чисельності промислово-виробничого персоналу:

$$P = \frac{B_n}{Ч_{впн}};$$

$$P = \frac{B_n (\text{базова})}{Ч_{впн} (\text{базова})} = \frac{20309,8}{5} = 4062 (\text{тис. грн/чол}).$$

$$P = \frac{B_n (\text{проектна})}{Ч_{впн} (\text{проектна})} = \frac{22300,5}{6} = 3716,75 (\text{тис. грн/чол}).$$

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						122
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

8) Витрати на 1 грн вартості продукції – показує скільки копійок можна одержати від реалізації продукції вартістю в 1 грн.

$$B_{грн} = \frac{B_в}{B_n};$$

$$B_{грн} \text{ (базова)} = \frac{B_в \text{ (базові)}}{B_n \text{ (базова)}} = \frac{19251}{20309,8} = 0,95 \text{ (грн/грн)}.$$

$$B_{грн} \text{ (проектні)} = \frac{B_в \text{ (проектні)}}{B_n \text{ (проектна)}} = \frac{21137,9}{22300,5} = 0,95 \text{ (грн/грн)}.$$

9) Рентабельність виробництва визначається як відношення прибутку загального до витрат виробництва:

$$P = \frac{П_{заг}}{B_в} \cdot 100\%;$$

$$P \text{ (базова)} = \frac{П_{заг} \text{ (базовий)}}{B_в \text{ (базові)}} \cdot 100\% = \frac{1058,8}{19251} \cdot 100\% = 5,50 \text{ (\%)}.$$

$$P \text{ (проектна)} = \frac{П_{заг} \text{ (проектний)}}{B_в \text{ (проектні)}} \cdot 100\% = \frac{1162,6}{21137,9} \cdot 100\% = 5,50 \text{ (\%)}.$$

10) Рентабельність продаж визначається як відношення прибутку чистого до вартості продукції:

$$P_n = \frac{П_ч}{B_n} \cdot 100\%;$$

$$P_n \text{ (базова)} = \frac{П_ч \text{ (базовий)}}{B_n \text{ (базова)}} \cdot 100\% = \frac{794,1}{20309,8} \cdot 100\% = 3,91 \text{ (\%)}.$$

$$P_n \text{ (проектна)} = \frac{П_ч \text{ (проектний)}}{B_n \text{ (проектна)}} \cdot 100\% = \frac{871,95}{22300,5} \cdot 100\% = 3,91 \text{ (\%)}.$$

11) Прибуток додатковий від інвестицій:

$$П_д = (Ц_2 - B_{в1} \text{ (проектна)}) \cdot O_{пр} - (Ц - B_{в1} \text{ (базова)}) \cdot O_б, \text{ де}$$

$$Ц_2 = \text{(грн)} - \text{гуртова ціна 1 т ковбаси в проектному варіанті};$$

$$Ц = \text{(грн)} - \text{ціна 1 т ковбаси в базовому варіанті}.$$

$$\begin{aligned} П_д &= (40546,39 - 38432,60) \cdot 550 - (40619,61 - 38502) \cdot 500 \\ &= 1162585 - 1058805 = \\ &= 103780 \text{ (грн)} = 103,780 \text{ (тис. грн)} \end{aligned}$$

12) Податок на прибуток додатковий:

$$П_{н.д} = \frac{П_д \cdot 25\%}{100\%} = \frac{103780 \cdot 25\%}{100\%} = 25945 \text{ (грн)} = 25,945 \text{ (тис. грн)}.$$

13) Прибуток додатковий чистий:

$$П_{д.ч.} = П_д - П_{н.д.} = 103780 - 25945 = 77835 \text{ (грн)} = 77,835 \text{ (тис. грн)}.$$

14) Термін повернення інвестицій:

$$T_i = \frac{I_{заг}}{П_{д.ч.}} = \frac{649000}{77835} = 8,34 \text{ (років)}.$$

15) Грошовий потік визначається як сума прибутку чистого додаткового та суми амортизації:

$$\begin{aligned} Г_n &= П_{д.ч.} + A = П_{д.ч.} + I_{заг} \cdot 22\% = 77835 + \frac{649000 \cdot 22\%}{100\%} = 77835 + 142780 \\ &= 220615 \text{ (грн)} = 220,615 \text{ (тис. грн)} \end{aligned}$$

16) Коефіцієнт дисконтування:

$$K_д = \frac{1}{(1+R)^t} =, \text{ де}$$

$$R = 30\% = 0,3 - \text{дисконтна ставка банку за кредит};$$

					<b>Економічна ефективність роботи</b>	Лист
						123
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата		

$t = 5$  (років) – рік, для якого рахують коефіцієнт дисконтування.

$$K_{\partial,1} = \frac{1}{(1+0,3)} = 0,769 \text{ (грн/грн)}.$$

$$K_{\partial,2} = \frac{1}{(1+0,3)^2} = 0,592 \text{ (грн/грн)}.$$

$$K_{\partial,3} = \frac{1}{(1+0,3)^3} = 0,455 \text{ (грн/грн)}.$$

$$K_{\partial,4} = \frac{1}{(1+0,3)^4} = 0,350 \text{ (грн/грн)}.$$

$$K_{\partial,5} = \frac{1}{(1+0,3)^5} = 0,269 \text{ (грн/грн)}.$$

17) Чиста сучасна вартість:

$$ЧСВ = G_n \cdot K_{\partial};$$

$$ЧСВ_1 = G_n \cdot K_{\partial,1} = 220,615 \cdot 0,769 = 169,653 \text{ (тис. грн)};$$

$$ЧСВ_2 = G_n \cdot K_{\partial,2} = 220,615 \cdot 0,592 = 130,604 \text{ (тис. грн)};$$

$$ЧСВ_3 = G_n \cdot K_{\partial,3} = 220,615 \cdot 0,455 = 100,380 \text{ (тис. грн)};$$

$$ЧСВ_4 = G_n \cdot K_{\partial,4} = 220,615 \cdot 0,350 = 77,215 \text{ (тис. грн)};$$

$$ЧСВ_5 = G_n \cdot K_{\partial,5} = 220,615 \cdot 0,269 = 59,345 \text{ (тис. грн)}.$$

Грошові надходження по роках дії роботи (таблиця 10.3):

Показники	Одиниця виміру	Роки				
		1	2	3	4	5
1) Прибуток додатковий чистий	тис. грн	77,835	77,835	77,835	77,835	77,835
2) Сума амортизації	тис. грн	142,780	142,780	142,780	142,780	142,780
3) Грошовий потік	тис. грн	220,615	220,615	220,615	220,615	220,615
4) Коефіцієнт дисконтування	–	0,769	0,592	0,455	0,350	0,269
5) Чиста сучасна вартість	тис. грн	169,653	130,604	100,380	77,215	59,345

Результати всіх розрахунків представляються в аналітичній таблиці «Показники економічної ефективності роботи» (таблиця 10.4).

Показники	Одиниці виміру	Базовий (2009 р.)	Проектний (2010 р.)	+/-	Зміна, %
1) Обсяг виробництва	т	500	550	50	9,09
2) Гуртова ціна 1 т	грн	40619,61	40546,39	-73,22	-0,18
3) Витрати на виробництво 1 т	грн	38502,00	38432,60	-69,40	-0,18

4) Прибуток на 1 т	грн	2117,61	2113,79	-3,82	-0,18
5) Прибуток чистий	тис. грн	794,10	871,95	77,85	8,93
6) Витрати на 1 грн вартості продукції	грн/грн	0,95	0,95	-	-
7) Продуктивність праці:					
у натуральному виразі	т/чол	100	91,67	-8,33	-9,09
у вартісному виразі	тис. грн/чол	4061,96	3716,65	-345,21	-9,29
8) Рентабельність виробництва	%	5,50	5,50	-	-
9) Рентабельність продаж	%	3,91	3,91	-	-
10) Прибуток додатковий чистий	тис. грн	77,835	77,835	-	-
11) Інвестиції	тис. грн	604900	604900	-	-
12) Термін повернення інвестицій	років	8,34	8,34	-	-

Розрахунки показали, що в проектному варіанті (2020 р.):  
обсяг виробництва збільшився на 9,09%;  
гуртова ціна 1 т зменшилася на 0,18%;  
витрати на виробництво 1 т ковбасних виробів зменшилися на 0,18%;  
прибуток на 1 т ковбасних виробів зменшився на 0,18%;  
чистий прибуток збільшився на 8,93%;  
продуктивність праці зменшилася на 9,09% у натуральному виразі і на 9,29% у вартісному виразі;  
рентабельність виробництва не змінилася;  
рентабельність продаж не змінилася;  
термін повернення інвестицій складає 8,34 років.

## Висновки

В цій магістерській роботі описані різні приклади обладнання для формування продуктів м'ясної галузі, наведені їхні технічні характеристики.

Детально розглянутий шприц шнековий ФШ2-А, який використовується для наповнення м'ясним фаршем поліамідної оболонки при виготовленні варених ковбас.

В цій магістерській роботі розрахований робочий орган шприца – шнек і клинопасова передача, що входить до складу привода. Також тут розрахована кількість робітників для виконання планового ремонту і міжремонтного обслуговування.

Проаналізувавши літературний опис пневматичного односкріпкового настільного кліпсатора КН-3С, настільного ручного двохскріпкового кліпсатора КН-8р, напівавтоматичного двохскріпкового кліпсатора КН-24п, автоматичного двохскріпкового пневматичного кліпсатора КН-32 фірми КОМПО, автоматичного двохскріпкового кліпсатора DCA-E 200 фірми Technopak, я прийшов до висновку, що вони не забезпечують потрібної мені продуктивності.

Саме тому, я вибрав автоматичний кліпсатор FCA 3463 фірми Poly-Clip System. Цей кліпсатор за технічними характеристиками є одним із найкращих серед автоматів.

За рахунок можливості безперервної запрограмованої роботи на установці високого тиску було досягнуто збільшення продуктивності при виготовленні варених ковбас.

В процесі досліджень були виявлені результати:

- Одержані показники компресійних характеристик, які дозволяють обґрунтовано вибирати раціональні режими процесу виробництва вареної ковбаси з однорідним фаршем з використанням високого тиску;
- запропоновано конструктивне рішення устаткування для обробки вареної ковбаси з однорідним фаршем високим тиском і технологічна схема для виробництва вареної ковбаси з однорідним фаршем з використанням високого тиску;

Переваги обробки батонів ковбаси високим тиском приводять до:

- усунення бульйонно-жирового набряку і до рівномірного розподілу білково-жирової емульсії всередині батона ковбаси;
- підвищення термінів зберігання варених ковбас;
- поліпшення органоліптичних характеристик варених ковбас.

Запропоноване конструктивне рішення установки для обробки вареної ковбаси з однорідним фаршем високим тиском, технологічна схема виробництва вареної ковбаси з однорідним фаршем із застосуванням високого тиску.

					Підвищення ефективності обладнання для фінішних операцій виробництва варених ковбас			
Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Висновки</b>	Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.							126	
Рецензент						МАХФВ ОХ2-5М		
Н.Контр.								
Затвердив								

## Список використаної літератури

1. Курсовое и дипломное проектирование по курсу «Эксплуатация оборудования предприятий мясной промышленности» – В. К. Мороз; Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
2. Оборудования и аппараты для переработки продуктов убоя скота – Справочник. Под ред. В. М. Горбатова; Москва: Пищевая промышленность, 1975. – 576 с.
3. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт оборудования – Справочник. Под ред. В. М. Горбатова; Москва: Пищевая промышленность, 1975. – 576 с.
4. Технологія м'яса та м'ясних продуктів – За ред. М. М. Клименка; Київ – Вища освіта, 2006. – 640 с.
5. Расчет и проектирование деталей машин – Киркач Н. Ф., Баласанян Р. А.; Харьков: Основа, 1991. – 276 с.
6. Пелеев А. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Уч. – М: Пищевая промышленность, 1971.
7. Убой и первичная обработка скота и птицы: Справ. / Под ред. В. М. Горбатова – М: Пищевая промышленность, 1973.
8. Оборудование для убоя скота, птицы, производства колбасных изделий и птицепродуктов: Справ. / Под ред. В. М. Горбатова – М: Пищевая промышленность, 1975.
9. Проектирование предприятий мясной промышленности. Объемно–планировочные решения: Справ. / Под ред. В. М. Горбатова – М: Пищевая промышленность, 1978.
10. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підр. / За ред. М. М. Клименка – К: Вища освіта, 2006.
11. Киркач Н. Ф., Баласанян Р. А. Расчет и проектирование деталей машин – Х: Основа, 1991.
12. Павлице В. Т. Основы конструювання та розрахунок деталей машин – К: Вища школа, 1993.
13. Райко М. В. Расчет деталей и узлов машин – К: Техніка, 1966.
14. Красногрудов О. В., Сукманов В. О. Дія надвисокого тиску на зростання і розвиток мікроорганізмів у варених овбасах. /О. В. Красногрудов, В. О. Сукманов// Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наукових праць Донецьк; ДонДУЕТ, 2005. – Вип. 13. Т2. – С. 210–214.
15. Красногрудов А. В., Сукманов В. А., Снегур Ф. М. Влияние обработки вареных колбас сверхвысоким давлением на органолептические показатели и сроки хранения. / А. В. Красногрудов, В. А. Сукманов, Ф. М. Снегур // Зб. наук. праць, Луганськ: ЛНАУ, 2005. – № 49/72. – Технічні науки. – С. 268–270.

Зм.	Лист	№ Документа	Підпис	Дата				
Розроб.					<b>Список використаної роботи</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.							127	
Рецензент						<b>МАХФВ ОХ2-5М</b>		
Н.Контр.								
Затвердив								

16. Красногрудов О. В., Высокое давление – альтернатива тепловой обработке вареных колбас. Зб. наук. праць. Луганськ: ЛНАУ, 2006. – № 64/87. – Технічні науки. – С. 163–166.
17. Красногрудов О. В., Сукманов В. О., Левіт І. Б., Медведєва О. А. Опис деформованого напруженого стану ковбас під дією високого тиску. / О. В. Красногрудов, В. О. Сукманов, І. Б. Левіт, О. А. Медведєва // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. праць Донецьк; ДонНУЕТ, 2007. – Вип. 17. – С. 104–111.
18. Красногрудов О.В., Сукманов В. А. Використання високого тиску з метою збільшення термінів зберігання і споживчих властивостей варених ковбас. / О. В. Красногрудов, В. А. Сукманов // Наук. вісник Львів: ЛНУВМБ ім С. З. Гжицького, 2008 том 10 № 2 (37) ч. 5. – С. 119–123.

					<b>Список використаної літератури</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		128