



Комплекс між ОНТУ та ОДАУ:

«Розроблення агротехнологічних прийомів для вирощування щеплених саджанців та закладання промислових насаджень з метою одержання олійно-жирової продукції різних сортів вишні і оцінка інвестиційної привабливості проєкту в умовах півдня України»

1. «Розроблення технології одержання олійно-жирової продукції з різних сортів вишні».
Гладкіх Роман Денисович студент денної форми навчання II курсу СВО, "Магістр" ф-ту ТтаТХПіПБ, ОНТУ спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології молока, олійно-жирових продуктів та індустрії краси».
Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри технології молока, олійно-жирових продуктів та індустрії краси, ОНТУ Котляр Євгеній Олександрович
2. «Вплив сорто-підщепних комбінацій на якість та вихід стандартних саджанців вишні в умовах півдня України».
Радченко Дар'я Дмитрівна студентка денної форми навчання II курсу СВО, "Магістр" ф-ту Агробіотехнологічного, ОДАУ спеціальності 203 - «Садівництво та виноградарство»
Науковий керівник: к.с-г.н., доцент кафедри садівництва, виноградарства, біології та хімії, ОДАУ Петренко Світлана Олександрівна.
3. Енергетичні аспекти втрати стійкості мембран скляної тари та безпека закупорювання вишневої олії.
Григорчук Олександр Васильович студент денної форми навчання II курсу СВО, "Магістр" ф-ту НТтаІМ ОНТУ, спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Машини і технології пакування».
Науковий керівник: д.т.н., проф. кафедри процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, ОНТУ Ватренко Олександр Віталійович.
4. «Оцінка інвестиційної привабливості проєкту виробництва олійно-жирової продукції з різних сортів вишні».
Куркан Ольга Сергіївна студентка заочної форми навчання II курсу СВО, "Магістр" ф-ту ТЗіЗБ, ОНТУ спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» освітньо-професійна програма «Управління бізнесом».
Науковий керівник: к.е.н., доцент кафедри управління бізнесом, ОНТУ Шалений Володимир Анатолійович.

Одеський національний технологічний університет
Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

**На тему «Енергетичні аспекти втрати стійкості мембран скляної тари
та безпека закупорювання вишневої олії.»**

Здобувача Григорчука О.В.
Курсу ІІ групи ІМ-20М
Керівник д.т.н., проф. Ватренко О.В.

Кваліфікаційна робота магістра допускається до захисту

Рішення кафедри від 07.12.2023 р., протокол № 5

Завідувач кафедри ПО та ЕМ проф. _____ Олег Бурдо
(підпис)

Одеса
2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Процесів, обладнання та енергетичного менеджменту
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	131 «Прикладна механіка»
Освітня програма	«Машини і технології пакування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Олег Бурдо

« ____ » _____ р

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Григорчука Олександра Васильвича

1. Тема роботи «Енергетичні аспекти втрати стійкості мембран скляної тари та безпека закупорювання вишневої олії».

Затверджена наказом університету № 602-03 від 19.10.2023 р.

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 12.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи: скляна тара Ш-58-300, продукт: вишнева олія.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Критичний огляд літератури з питань закупорювання скляної тари. Лінія виробництва вишневої олії з ядер вишневих кісточок різних сортів. Особливості функціонування мембран. Підготовка та порядок проведення досліджень. Експериментальна установка та аналіз експериментальних досліджень. Виведення рівняння повної енергії системи мембрани. Експериментальні дослідження з мембранами меншої товщини. Аналіз енергетичної складової в станах рівноваги мембрани. Висновки. Охорона праці.

5. Графічний матеріал (з точним зазначення обов'язкових креслень). Загальний вигляд закупорювальної машини – 1 лист. Робота мембран кришок типу Ш – 1 лист. Підготовка та порядок проведення досліджень – 1 лист. Аналіз експериментальних досліджень та вивід рівняння повної енергії мембрани – 2 листа. Експериментальні дослідження з мембранами меншої товщини – 1 лист. Аналіз енергетичної складової в станах рівноваги мембран. – 1 лист.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 10. Охорона праці			

7. Дата видачі завдання 04.09.2023 р.

Керівник _____ Ватренко О.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Григорчук О.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1.	Проведення літературного пошуку за темою дослідження. Лінія виробництва вишневої олії з ядер вишневих кісточок. Загальний вигляд закупувальної машини.	04.09.2023 23.09.2023
2.	Особливості функціонування мембран. Підготовка та порядок проведення досліджень. Експериментальна установка та аналіз експериментальних досліджень.	24.09.2023 16.10.2023
3.	Виведення рівняння повної енергії системи мембрани. Експериментальні дослідження з мембранами меншої товщини.	17.10.2023 06.11.2023
4.	Аналіз енергетичної складової в станах рівноваги мембрани. Висновки. Оформлення висновків.	07.11.2023 27.11.2023
5.	Охорона праці. Оформлення кваліфікаційної роботи представлення її на кафедру та рецензування.	28.11.2023 12.12.2023

Здобувач-дипломник _____
підпис

Олександр ГРИГОРЧУК

Керівник роботи _____
підпис

Олександр ВАТРЕНКО

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Григорчук Олександр _____
підпис

Зміст

Реферат	4
Вступ	5
1. Критичний огляд літератури та патентів	7
2. Лінія виробництва вишневої олії з ядер вишневих кісточок різних сортів	25
3. Особливості функціонування мембран	37
4. Підготовка та порядок проведення досліджень	41
5. Експериментальна установка та аналіз експериментальних досліджень	44
6. Виведення розрахункового рівняння повної енергії системи мембрани	47
7. Експериментальні дослідження з мембранами меншої товщини	49
8. Аналіз енергетичної складової в станах рівноваги мембрани	52
9. Висновки	55
10. Охорона праці	56
Література	69

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Григорчук</i>			<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ватренко</i>			3		69
<i>Т контр.</i>					<i>ОНТУ ІМ-20М</i>		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Бурдо</i>					

Енергетичні аспекти втрати стійкості мембран скляної тари та безпека закупорювання вишневої олії

Реферат

В роботі виконано дослідження форм рівноваги мембран кришок консервної скляної тари. В критичному огляді літератури розглянуто основні системи закупорювання скляної тари і серед них головним чином ті в яких використовуються кришки з мембранами. Розглянуто методи теплової обробки продукції.

Описана лінія виробництва консервів, на прикладі виробництва яблучного соку для дитячого харчування, в яких використовуються кришки з мембранами.

Показано особливості функціонування мембран на різних етапах закупорювання та оброблення харчової продукції в скляній упаковці а також в процесі зберігання готової продукції. Теоретично описано процес закупорювання скляної тари і його вплив на функціонування мембран.

Експериментально визначено додатковий прогин центра мембрани під дією вакууму в тарі. Наведено вивід розрахункового рівняння повної енергії системи мембрани згідно теорії пластин і оболонок.

Шляхом комп'ютерного моделювання отримано графіки енергетичних рівнів в станах рівноваги мембрани. Виконано аналіз і пояснення енергетичних рівнів в станах рівноваги мембрани.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
						4
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Вимоги ринку і тенденції розвитку сучасної харчової промисловості тісно пов'язані з ресурсозбереженням та зменшенням матеріалоемності упаковки. Однак, поряд з цим, реалії сучасного ринку породжують проблему підвищення захисних властивостей упаковки. Нерідко зазначені тенденції і проблеми вступають у протиріччя або частково суперечать одна одній.

Для підтвердження гарантії початкового відкриття упаковки, яка передбачає повторне закриття тари, а також герметичності системи закупорювання скляної тари використовуються різні гарантійні засоби. У консервній промисловості дуже поширеним є такий засіб як “контрольна кнопка” на металевих кришках, яка являє собою пружну мембрану, розташовану в центрі поля кришки. Належне функціонування таких мембран пов'язане з правильним вибором і чітким дотриманням їх геометричних параметрів, товщини та властивостей жерсті для виготовлення кришок. Саме товщина матеріалу є одним з визначальних чинників ресурсозбереження.

Більшість кришок з мембранами на ринок України постачається закордонними виробниками, які мають солідний досвід їх виробництва. Вітчизняні виробники кришок типу III, намагаючись задовольнити потреби ринку, також розпочали або будуть вимушені розпочати виробництво кришок з мембранами. Однак наявність мембрани ускладнює виробництво кришок через незначний досвід такого виробництва або його відсутність.

В скляну упаковку в харчовій промисловості фасують широкий асортимент продуктів харчування. Звертаючись до відомих систем класифікації харчових продуктів можна сказати, що за тривалістю зберігання це здебільшого продукти тривалого зберігання, за технологічною обробкою це консервовані продукти, за походженням сировини це продукти будь-якого походження

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

(рослинного, тваринного, синтетичного), за товарознавчими ознаками це будь-які продукти (овочі, фрукти, молоко, м'ясо, риба, птиця), за переважним харчовим компонентом це також будь-які продукти (білкові, вуглеводні, жири, мінерали та ін.).

Однак є категорія продуктів де скляна упаковка є беззаперечним лідером. Це категорія елітних, високоякісних і недешевих продуктів. Саме до цієї категорії належать високоякісні рослинні олії і зокрема олія з вишневих кісточок. Така продукція через її високу вартість та органолептичні властивості потребує особливої уваги до її захисту та безпеки зберігання.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

1. Критичний огляд літератури та патентів

В залежності від упакованого продукту існують наступні групи варіантів поводження з упакованою в скляну тару продукцією:

- а) не передбачає подальшої теплової обробки;
- б) тепла обробка шляхом різних видів пастеризації;
- в) тепла обробка шляхом різних видів стерилізації.

Існують різні конструкції затворів скляної тари. Основні відмінності між ними значною мірою залежать від варіантів поводження з упакованою продукцією. Отже, усі системи закупорювання для зручності їх огляду доцільно розділити залежно від наявної теплової обробки упакованого продукту.

Системи закупорювання з тепловою обробкою харчової продукції в упакованому вигляді.

Найдовше серед існуючих систем закупорювання скляної тари в Україні використовується система типу I, відома також під назвою СКО (скляна консервна обкатна). Кришки типу I виготовляються згідно і є аналогом кришок “Анкор Кеп”, які є американською розробкою кінця 20-х років минулого сторіччя. Ними закупорюються банки типу I. Затвор типу I зображено на рис. 1.1. Кришки виготовляють з білої лакованої жерсті товщиною 0,17...0,22 мм. Як герметизаційні прокладки в кришках використовуються гумові кільця, вкладені в боковини кришок.

Скляна упаковка типу I домінувала в Україні та країнах колишнього СРСР на протязі багатьох років. Але на сьогодні є технічно та морально застарілою. Через це у світі вона вже давно не використовується. Та незважаючи на ці обставини скляна упаковка все ще досить широко використовується багатьма консервними підприємствами України та країн СНД, особливо непе-

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

ликими, на яких функціонує застаріле технологічне обладнання, а також населенням цих країн для консервування у домашніх умовах.

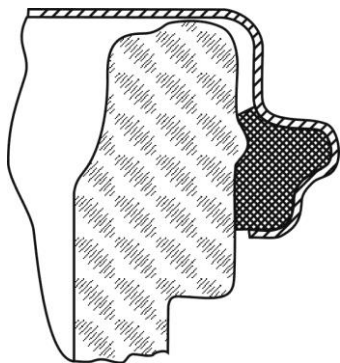


Рис.1.1. Затвор типу І.

Головною перевагою упаковки типу І є висока надійність герметизації. Так міцність закупорювання, виражена через величину тиску зриву кришки з банки складає 0,15...0,17 МПа. Така висока надійність герметизації досягається за рахунок обкатного способу закупорювання,

тобто кришка міцно утримується на вінці тари лише за рахунок механічного затвора.

Упаковка типу І дозволяє здійснювати високотемпературну теплову обробку харчових продуктів до 135°C. Проводилися дослідження, пов'язані зі спробами здійснення самовакумізації затвора типу І шляхом просікань на периферійній частині поля кришок. На цьому переваги системи типу І закінчуються .

Що стосується недоліків системи типу І, то їх більш ніж переваг. Усі недоліки можна розділити на такі групи: недоліки споживання продукції, недоліки процесу закупорювання, недоліки асортименту, недоліки виробництва кришок типу І та конструктивні недоліки кришок.

Недоліки споживання продукції полягають у тому, що відкриття тари можливе лише за допомогою спеціальних ключів з докладанням відчутного зусилля. При цьому не виключене часткове руйнування вінця банки і потрапляння частинок скла у продукт. Кришки, під час відкриття банок ключем, суттєво деформуються, що унеможливорює повторне закриття ними банок для зручності споживання продукції в домашніх умовах.

Недоліки процесу закупорювання системи типу I пов'язані з обкатним способом закупорювання. Обкатний спосіб передбачає пластичне деформування металевго корпусу кришки на горловині банки з метою ущільнення гумового кільця між боковою поверхнею горловини і корпусом кришки та герметизації тари. Деформування здійснюється на закатних машинах шляхом обкатування кришки з банкою металевими закатними роликами.

Оскільки скляна тара виготовляється методом формування з розплаву, то через неоднорідність скломаси, недосконалість процесів формування а також інші недоліки притаманні цьому методу, відхилення зовнішнього діаметру вінця горловини банки, по якому відбувається ущільнення затвора, від круглості, є суттєвим і згідно складає 1,5 мм.

Тобто вінець будь-якої банки має суттєву овальність. У той же час закатні ролики закатної машини, які обертаються навколо осі банки, мають точну колову траєкторію. В результаті, в процесі закупорювання, в горловині скляної банки виникають високі контактні напруження. Через це процес закупорювання супроводжується суттєвим відсотком бою тари та відповідними втратами продукції.

В результаті недостатньої ефективності або відсутності парової вакуумізації тари (залежно від моделі закупорювальної машини) в процесі закупорювання, у підкришковому просторі банок залишається забагато повітря, яке містить кисень. Внаслідок чого відбувається окислення поверхневого шару продукту, що часто відображається на якості продукції, шляхом потемніння поверхневого шару та зміни смакових якостей.

Недоліки асортименту полягають у надзвичайній вузькості діапазону існуючих типорозмірів затворів упаковки типу I. На ринку представлено лише два діаметри горловин банок і кришок 82 мм та 58 мм

За останні роки вітчизняні виробники харчової продукції, яка фасується

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

в скляну тару, значно розширили асортимент своєї продукції, з'явилися нові торговельні марки, які треба гідно презентувати. Для підтримки та зміцнення цих позитивних явищ, а також розподілу, презентації та продажу продукції різко загострилась потреба розширення асортименту скляної упаковки, тому упаковка типу I перетворилася на стримуючий у цьому плані розвиток ряду галузей харчової промисловості фактор.

Недоліки виробництва кришок типу I є наслідком комплектуючих складальних операцій, оскільки кришка типу I є складальною одиницею, яка складається з металевого корпусу та гумового кільця. Через труднощі автоматизації процесу комплектації кільцями корпусів кришок використання гумових кілець є нетехнологічним. Тобто існує невідповідність високопродуктивного обладнання для штампування металевих корпусів низькопродуктивному обладнанню для вкладення в них кільця.

Конструктивні недоліки кришок типу I полягають у незахищеності, вирізаної з лакованої смуги жерсті крайки кришки, яка в період тривалого зберігання продукції стає джерелом корозії і псує товарний вигляд продукції, а при відкритті банки частки іржі можуть потрапляти в продукт.

Іншим видом скляної тари для консервів є тара типу II. Банки типу II закупорюються кришками типу II. Скляна упаковка типу II є аналогом системи закупорювання "Єврокап" – розробкою французької фірми "Massilly".

Конструкція цієї кришки зображена на рис. 1.2. Кришки типу II виготовляються з білої лакованої жерсті. Як герметизуюча прокладка використовується об'ємне покриття з пластизолу – полімерного матеріалу на базі полівінілхлориду (надалі ПВХ). Кришка ущільнює вінець тари по торцевій поверхні.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

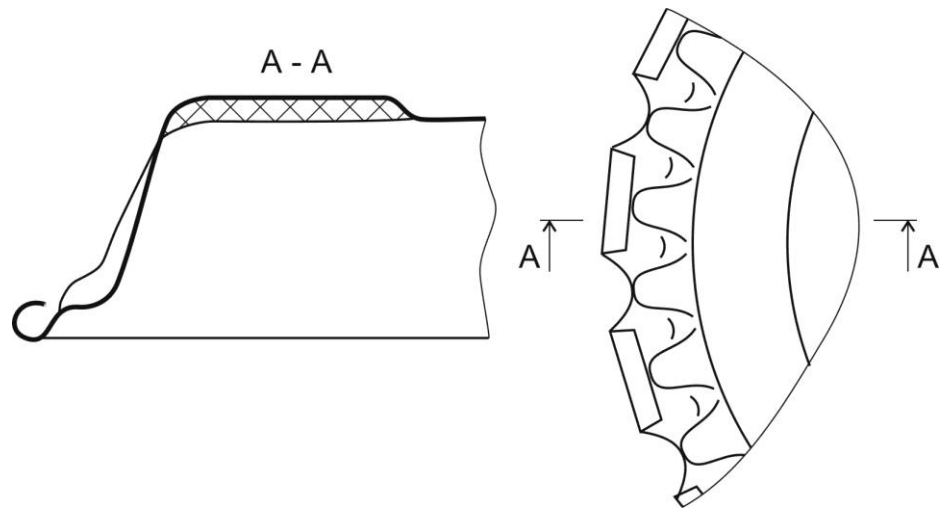


Рис. 1.2. Кришка системи “Єврокап”.

Слід зазначити, що система закупорювання типу II вважалася найбільш перспективною для консервної промисловості радянських часів. Її значними перевагами перед іншими системами закупорювання, і в першу чергу системою типу III вважалися простота й висока продуктивність обтискного способу закупорювання та відносна простота конструкції вінця скляної тари. До інших переваг системи типу II можна віднести легкість відкриття затвора та відсутність комплектації кришок, оскільки як прокладка використовувалося об’ємне покриття.

У колишньому СРСР системі типу II приділялася значна увага, в неї вкладалися кошти, здійснювалися пов’язані з нею наукові дослідження та проектно-конструкторські розробки. Так на Сімферопольському заводі “Продмаш” була розроблена і поставлена на серійне виробництво закупорювальна машина карусельного типу марки Б4-КУТ-1 для закупорювання тари типу II.

Але згодом в Європі система “Єврокап” не витримала конкуренції з боку системи “Твіст-офф”. На сьогодні ця система та її аналоги є досить застарілими і в світі, як і в Україні, практично не використовуються. Причиною тому стали серйозні недоліки, такі як: високий відсоток бою склотари в про-

цесі закупорювання, який є наслідком обтискного способу закупорювання з пластичною деформацією сталевого корпусу кришок на горловинах банок; неможливість надійного повторного закриття банок кришками після відкриття упаковки, а отже недостатньо високі споживчі якості; недостатньо висока надійність герметизації обтискного способу закупорювання; складність штампового оснащення для виготовлення кришок.

Наступний вид скляної тари для консервів має позначення тип III. Ця тара закупорюється металевими кришками типу III. Дія останнього не розповсюджується на Україну. Затвор типу III є одним з аналогів системи закупорювання ТО, яка є основною у сучасному консервному виробництві і має аналоги у ряді країн.

ТО є зареєстрованою торгівельною маркою фірми “Silgan White cap”, яка має заводи і представництва у багатьох країнах світу. Конструкція затвору ТО була розроблена цією фірмою і представлена на ринку у 1956 р. Він зображений на рис. 1.3.

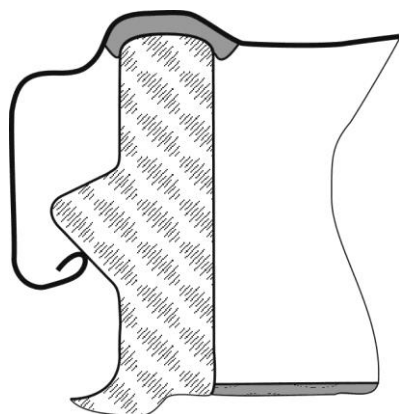


Рис. 1.3. Затвор системи ТО.

Кришки типу III та системи ТО виготовляють з білої лакованої жерсті. Як герметизуюча прокладка в кришці використовується об’ємне покриття з полімерного матеріалу – пластизолу. Герметизуюча прокладка ущільнює вінець тари по торцевій поверхні.

Особливістю пакувальних виробів з білої жерсті є їх висока матеріалоемність. Тобто, частка витрат на сировину, внаслідок її високої вартості, складає 70 – 80 % собівартості виробів. Відповідно, зменшення ваги жерстяних виробів, обумовлене зменшенням товщини прокату, зменшує їх собівартість та робить їх використання більш вигідним.

Вінець тари типу III має багатохідну нарізку, а кришка до неї відповідну кількість нарізних упорів. Закупорюється тара системи ТО гвинтовим способом, як правило на паровакуумних закупорювальних машинах. Кришка утримується на банці за рахунок механічного зусилля, створеного гвинтовою парою кришка-банка, та за рахунок вакууму всередині упаковки.

Світове домінування системи ТО в консервній галузі пояснюється низкою переваг та можливостей. Розглянемо кожну перевагу детальніше.

Переваги асортименту типорозмірів затворів полягають у тому, що асортимент є дуже широким, від 27 мм до 110 мм. Усього близько 18 типорозмірів, тому система ТО охоплює усі види скляної тари: як банки, так і пляшки та в змозі задовольнити практично будь-який асортимент фасування харчових продуктів.

Переваги споживання продукції в упаковці системи ТО полягають у зручності її відкриття, яке здійснюється без допомоги спеціальних ключів, та в можливості повторного закриття тари, в умовах домашнього споживання.

Процес закупорювання має декілька переваг. При закупорюванні кришка пластично не деформується, в результаті чого виключається биття тари та зводиться до мінімуму порушення лакофарбового покриття кришок. Існує закупорювальне обладнання підвищеної продуктивності, до 850 бан./хв.

Паровакуумний спосіб закупорювання дозволяє видаляти значно більше повітря з підкришкового простору упаковки, усуваючи можливість окислення продукту атмосферним киснем, внаслідок чого продукт зберігає свій природний колір та смак. Крім того, за наявності контрольної кнопки на полі кришки, існує можливість візуального а також звукового контролю герметичності упаковки.

Крім широкого асортименту типорозмірів затворів більшість кришок кожного типорозміру має свій власний асортимент варіантів виконання під

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

певний типорозмір тари. Це розширює їх функціональні й естетичні властивості та робить більш економічними.

Переваги виробництва кришок пов'язані з застосуванням в якості герметизаційної прокладки об'ємного покриття з пластизолу. Взагалі застосування герметизаційних прокладок з пластизолей стало значним кроком вперед в удосконаленні технології виготовлення закупорювальних засобів для скляної тари. Завдяки герметизуючим прокладкам з пластизолей відпала необхідність у комплектації закупорювальних засобів герметизуючими прокладками у вигляді окремих деталей. Це спростило технологію виготовлення кришок та підвищило продуктивність технологічного обладнання для їх виготовлення.

Іншим досить розповсюдженим у світі затвором скляної тари є затвор системи “Прес-он Твіст-офф” (надалі ПТ). Конструкція затвора цієї системи була розроблена фірмою “Silgan White cap” і представлена на ринку у 1960 р. Затвор системи ПТ зображений на рис. 1.4. В Україні кришки системи ПТ не виготовляються.

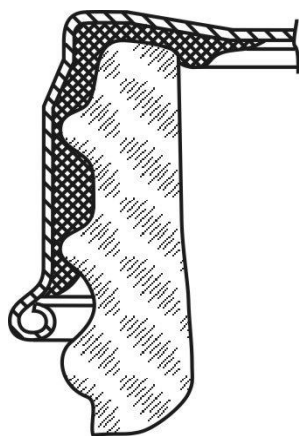


Рис. 1.4. Затвор системи ПТ.

Кришка системи ПТ має металевий корпус із білої жерсті товщиною 0,13...0,15 мм. Як герметизаційна прокладка в кришці використовується об'ємне покриття з пластизолу, яким заповнюється як кільцевий канал на периферії поля кришки так і внутрішня поверхня боковини кришки. Таким чином, здійснюється подвійна герметизація затвора, коли вінець горловини банки ущільнюється як по

торцевій поверхні, аналогічно системі ТО, так і по боковій поверхні, аналогічно системі типу I, тобто здійснюється комбіноване ущільнення.

Таке ущільнення значно підвищує надійність герметизації тари, тому ця система закупорювання найбільшого розповсюдження дістала для досить дорогих продуктів з асортименту дитячого харчування.

Закупорюється банка системи ПТ натискним способом без загвинчування на тих же паровакуумних закупорювальних машинах, що й тара системи ТО, після певного регулювання. Перед встановленням на горловину банки кришка розігрівається парою для пом'якшення ущільнювальної прокладки. Банка з продуктом входить у парову камеру закупорювальної машини де з її незаповненого об'єму видаляється повітря. Банка горловиною знімає розігріту кришку і вводиться під закупорювальну платформу, яка натискаючи зверху на кришку напресовує її на вінець горловини, який має дрібну багатохідну нарізку.

Розігріта парою ущільнювальна прокладка, нанесена на бокову поверхню кришки, знаходячись у стані гелю, заповнює проміжки між витками нарізки вінця банки. Далі, після термічної обробки та охолодження продукту пластикат твердіє, утворюючи, умовно кажучи, пластмасову гайку. В результаті, відкрити банку можна лише шляхом відгвинчування кришки.

Таким чином, кришка системи ПТ, не маючи нарізних упорів, тримається на нарізному вінці горловини банки за рахунок посадки кришки з натягом та ущільнювальної прокладки, яка затверділа між витками нарізки. Іншою причиною утримання кришки є вакуум, який створюється всередині упаковки шляхом закупорювання на паровакуумних машинах.

Система закупорювання ПТ має певні переваги над системою ТО. Оскільки металевий корпус кришки системи ПТ в процесі закупорювання не контактує зі скляним вінцем горловини, то пластична деформація корпусу кришки і пов'язані з нею проблеми повністю виключаються.

Крім того, натискний спосіб закупорювання завдяки своїй простоті до-

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

зволяє підвищити продуктивність закупорювальних машин до 1000 бан./хв. Продуктивність машин підвищується головним чином завдяки відсутності операції суміщення нарізних елементів кришки та банки, яка має місце для затвора системи ТО. Однак кришки системи ПТ є дорожчими за кришки системи ТО і це стримує розповсюдження системи ПТ на ринку.

Фірма “Crown Holding, Inc” пропонує комбіновану кришку “Айдиал кложе” (надалі АК), аналогом якої є кришка “Комбі-Твіст” від фірми “Silgan White cap”, кришка зображена на рис. 1.5.

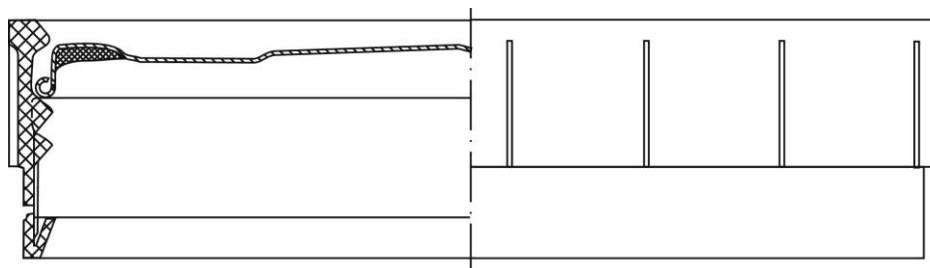


Рис. 1.5. Кришка системи “Айдиал кложе”.

Інновацією цієї кришки є поєднання металевого диска з поліпропіленою боковою стінкою, яка містить відривне кільце для контролю початкового відкриття тари. Внутрішня поверхня бокової стінки має нарізку. Металевий диск виготовлений з білої жерсті, вкритої захисним покриттям. В кільцевому каналі на периферії диска знаходиться ущільнювальна прокладка з пластизолу. З рис. 1.5 видно, що металевий диск має можливість деякого переміщення уздовж осі кришки. Вінець горловини банки має нарізку.

Кришка системи АК ущільнює вінець банки по торцевій поверхні. Закупорювання здійснюється гвинтовим способом на паровакуумних машинах лінійного або карусельного типів. В процесі закупорювання вінець горловини піднімає металевий диск до упору в кільцевий буртик бокової стінки і розігріта прокладка герметизує затвор. Після закупорювання кришка і вінець горловини утворюють нарізний затвор. Відкривається затвор легко. Крутний момент відкриття затвору менший порівняно зі стандартними затворами (ТО,

ПТ) завдяки малому тертю поліпропіленового корпусу кришки та вінця банки. Відкривається затвор у два етапи, шляхом обертанням кришки: спочатку відривається кільце контролю початкового відкриття, потім скидається вакуум.

Кришка системи АК тримається на горловині за рахунок механічного зусилля в нарізному з'єднанні та за рахунок вакууму всередині упаковки. Тара може бути як скляною так і пластиковою. Затвор системи АК може бути застосовано для продуктів гарячого та холодного розливу з наступною пастеризацією або стерилізацією.

Переваги затвора системи АК пов'язані з: відсутністю безпосереднього контакту металевого диска кришки з вінцем горловини банки, пластичної деформації диска та проблем, які при цьому виникають; зручністю відкриття упаковки, завдяки рифленню на боковій поверхні кришки та її значній висоті; можливістю повторного закриття тари; більшою захищеністю від неправильного поводження з упаковкою серед вище описаних систем, крім типу І та ПТ; наочною можливістю контролю початкового відкриття упаковки.

До недоліків кришок АК можна віднести: наявність комплектуючої складальної операції по вкладенню металевого диска в пластикову боковину кришки; вузький асортимент, який складає чотири типорозміри кришок (для “Комбі-Твіст” один); високу вартість кришок.

Фірмою “Crown Holding, Inc” спеціально для консервування та заготівлі продукції в домашніх умовах розроблено затвор “Континьюес шред ” (надалі КШ). Здатність відкриватися і скидати тиск в процесі теплової обробки продукції робить його надзвичайно зручним для цієї мети. Затвор нарізний, з довгою однохідною нарізкою. Кришка КШ зображена на рис. 1.6. Кришка має металевий корпус з ущільнювальною прокладкою з пластизолу. Кришка герметизує вінець горловини по торцевій поверхні.

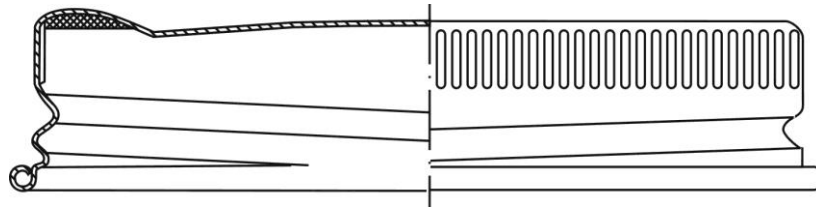


Рис. 1.6. Кришка системи “Континьюес шред”.

Також затвор може застосовуватись у промисловому виробництві для закупорювання зі створенням вакууму та без нього. Однак продуктивність закупорювання порівняно не висока – до 350 бан./хв.

Закупорювання здійснюється наступним чином. Кришка занурюється в окріп і витримується там на протязі приблизно однієї хвилини для розігріву ущільнювальної прокладки. Потім кришка вручну загвинчується на горловину банки, і може здійснюватись теплова обробка продукції. Для полегшення закриття та відкриття затвора кришка КШ має рифлення на верхній частині кришки. Після повного споживання упакованої продукції кришку можна повторно використати для закупорювання банки з новою продукцією.

Останньою розробкою фірми “Silgan White cap” є комбінована кришка системи “Бенд-гард” (надалі БГ), рис. 1.7. Кришка БГ є удосконаленою модифікацією кришки ПТ, яка поєднує переваги металевих та пластикових кришок. Кришка складається з металевого диску з білої емальованої жерсті та поліпропіленового корпусу з відривним перфорованим кільцем. Ущільнювальна прокладка, яка розташована по периферії диску, не містить ПВХ.

Спосіб закупорювання та відкриття, ущільнення горловини тари аналогічні затвору системи ПТ, з усіма його перевагами. Асортимент продукції, що закупорюється у будь-який. Однак кришка БГ є більш зручною у поводженні, оскільки її можна легко відкривати і закривати як сухими так і мокрими руками. Кришка системи БГ має практично такі ж переваги і недоліки як і кришка системи АК, однак пропонується лише в одному типорозмірі. Її додатко-

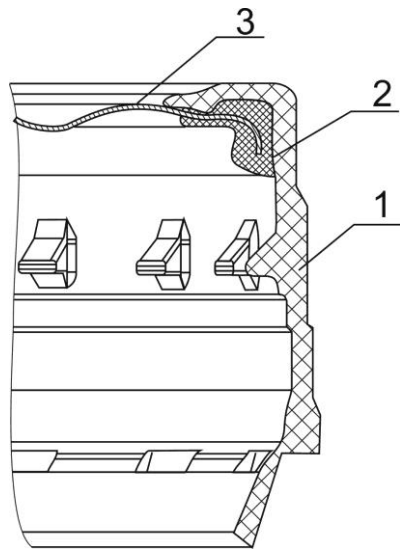


Рис.1.7. Кришка системи “Бендгард”.

ною перевагою є те, що її ущільнювальна прокладка не містить ПВХ.

До зробленого огляду слід додати одну загальну конструктивну особливість більшості розглянутих закупорювальних засобів. Усі вони, крім кришок типу І та КШ, можуть бути виготовлені з акустичною мембраною в центрі кришки, у вигляді спеціального рельєфу, рис. 1.8. Спрацьовування мембрани споживач визначає також на дотик, ще до відкриття упаковки. Цю конструктивну особливість прийнято називати “контрольною кнопкою”. “Контрольна кнопка” завжди повинна бути втягнута вакуумом всередину упаковки, що легко визначається на дотик. Втягнення кнопки після закупорювальної машини свідчить про правильність завдання ряду параметрів процесу закупорювання, а на стадії зберігання – про відсутність мікробіологічного псування продукції та несанкціонованого відкриття упаковки.

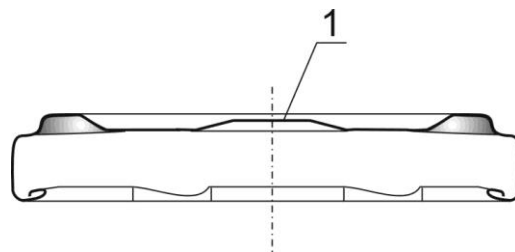


Рис. 1.8. Кришка системи ТО з контрольною кнопкою. 1 – контрольна кнопка.

Системи закупорювання без теплової обробки харчової продукції в упакованому вигляді.

До продуктів, які не вимагають додаткової теплової обробки після за-

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

купорювання відносять майонези, приправи, мед, кулінарні вироби та деякі інші продукти. Передусім слід зазначити, що практично будь-яка з розглянутих у попередньому підрозділі систем закупорювання може бути використана також для продуктів, які не потребують теплової обробки, за винятком гігроскопічних продуктів, у випадку застосування паровакуумного закупорювання. На практиці для фасування цієї групи продуктів найбільше використовується система ТО. Крім зазначених закупорювальних засобів існують спеціалізовані кришки для продуктів цієї групи.

Фірма “Crown Holding, Inc” пропонує серію конструктивно подібних кришок: “Пресон” та “Пресон h”. Ці кришки розроблені для скляних ємностей, які мають тенденцію до повторного використання споживачем. Кришки відповідно зображені на рис. 1.9 та 1.10. Горловина банки під ці кришки має спрощений вінець з кеглеподібним буртиком. Конструктивно ці кришки є комбінацією метала та пластика. Кришка складається з металевого диска з білої жерсті, невеликий обідок якого з'єднаний з пластиковою боковою стінкою, яка має внутрішній кільцевий буртик. Пластик нанесений також з внутрішнього боку кришки у кільцевий канал по периферії обідка диска і має заокруглений профіль, близький до профілю торцевої поверхні вінця банки.

Закупорювання здійснюється натискним способом на паровакуумних машинах. Кришки, за рахунок пружності бокової стінки, заціпаються за буртик вінця банки і притискаються пластиковою поверхнею до торцевої поверхні вінця, герметизуючи її. Кришки тримаються на банках за рахунок механічного зусилля в затворах, яке є наслідком пружності бокової стінки, та вакууму всередині упаковки.

Банки легко відкриваються і повторно закриваються простим натисканням. Для зручності відкриття банок кришки “Пресон h” мають боковий кронштейн в нижній частині бокової стінки, який видно на рис. 1.10.

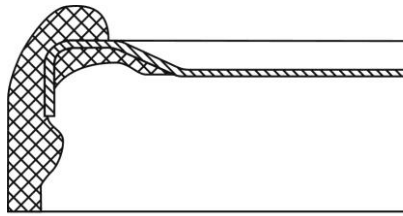


Рис. 1.9. Кришка системи “Пресон”.

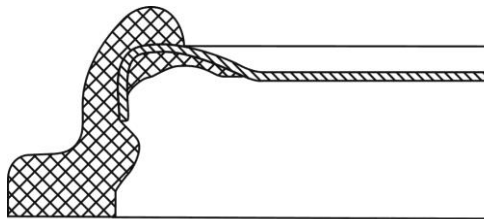


Рис. 1.10. Кришка системи “Пресон h”.

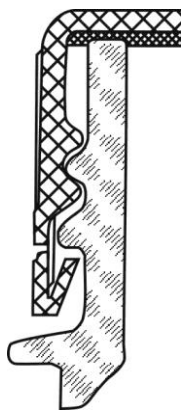


Рис. 1.11. Затвор системи ПТП.

Переваги кришок “Пресон” та “Пресон h” пов’язані з відсутністю контакту металевих частин кришок з вінцем горловин банок та пластичної деформації металевих частин, високою продуктивністю і простотою натискного способу закупорювання та простотою конструкції вінця банки. Недоліками цих кришок є нижча ніж у нарізних та обкатних затворів надійність герметизації, вузький асортимент а також складність виробництва, пов’язана з комбінацією метала та пластика, яка позначається на їх вартості.

Фірма “Silgan White cap” пропонує кришки “Пласті-твіст плас” (надалі ПТП), ці кришки були представлені на ринку у 1986 р. Кришки ПТП призначені для закупорювання різноманітних соків, напоїв та деяких харчових продуктів. Конструкція затвора системи ПТП зображена на рис. 1.11. Кришки ПТП мають відривні кільця в нижній частині боковини для контролю початкового відкриття тари і застосовуються для широкогорлих пляшок.

Кришки є повністю пластиковими і призначаються для закупорювання як скляних так і пластикових пляшок. Ущільнювальні прокладки до кришок виготовляються з більш м’якої пластмаси (не на основі ПВХ) і вставляються в кришки як окрема деталь. Пляшка ущільнюється по торцевій поверхні вінця. Затвор системи ПТП є нарізним, з чотирьохідною нарізкою.

Закупорювання здійснюється гвинтовим способом, шляхом нагвинчування кришки на вінець горловини тари на паровакуумних машинах як лінійного так і карусельного типів. Кришка тримається на плящі за рахунок нагвинчування з натягом та за рахунок вакууму всередині упаковки.

Використання повністю пластикової кришки автоматично усуває проблеми з биттям скляної тари при закупорюванні. До переваг пластикових кришок можна віднести також усунення необхідності нанесення захисного покриття на їх поверхню, хоча має місце операція по комплектуванню кришок ущільнювальними прокладками.

Фірма “Crown Holding, Inc” пропонує кришку “Флекс”, рис. 1.12. Корпус кришки виготовляється з чорної, хромованої або білої жерсті, вкритої захисним покриттям. Ущільнювальна прокладка являє собою картонний, ламінований полімерною плівкою диск, вкладений в кришку. На диску кріпиться диск з алюмінієвої фольги, який після закупорювання, адгезивним (на клею) шляхом, кріпиться на торцеву поверхню скляної банки. Затвор системи “Флекс” відноситься до нарізних з багатохідною нарізкою. Кришка має короткі спрощені нарізні упори, які не враховують кута підйому нарізки.

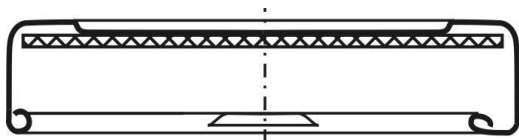


Рис. 1.12. Кришка системи “Флекс”.

Затвор системи “Флекс” захищає від кисню та вологи. Спосіб закупорювання гвинтовий.

Затвор системи “Флекс” захищає від кисню та вологи. Спосіб закупорювання гвинтовий.

Закупорювання може здійснюватись на машинах як ротаційного так і лінійного типів з продуктивністю 150 - 400 бан./хв.

Скляна тара типу III та системи ТО.

Скляна тара типу III та системи ТО виготовляється методами формування з розплаву: видування – для пляшок та пресовидування – для банок.

При цьому вінці як банок так і пляшок формуються в горлових кільцях формокомплектів за подібною технологією.

Для різних діаметрів та типів кришок системи ГО фірмою “Silgan White cap” було розроблено та стандартизовано конструкцію вінців горловин скляної тари, а також методи перевірки їх якості. Додатково до цих стандартів розроблено також стандарти форми дна банок, які б у відповідності з профілем кришки забезпечували добре штабелювання скляних упаковок. Практично ці стандарти створили основу всеосяжного глобального співробітництва зі склотарною промисловістю на основі міжнародного стандарту ISO 9100:1992, оскільки для надійної герметизації продукту необхідна чітка система узгодження між банками та кришками.

Слід зазначити, що за останні роки у всьому світі набирає сили рух проти полімерної упаковки через її шкідливість, особливо для упаковування дитячого харчування.


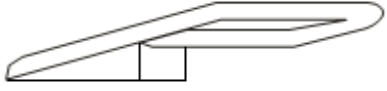

На сьогоднішній день українські виробники харчової продукції використовують головним чином скляну тару типу III вітчизняного виробництва, а суттєва частина цієї продукції іде на експорт. Загалом слід відзначити, що виробництво скляної тари, незважаючи на високу енергоємність, в технологічному плані є дещо простішим ніж виробництво металевої тари і кришок зокрема.

Існує декілька типів вінців, сумісних з кришками системи ГО та типу III, табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Типи вінців горловин скляної тари сумісних з кришками типу III та системи ГО

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

Тип різьби горловини	Зображення витка різьби	Опис
Гвинт		<ul style="list-style-type: none"> • гвинтова нитка нарізки без стопору; • упори кришки розташовується під нарізкою.
Площина		<ul style="list-style-type: none"> • висхідна нитка нарізки з горизонтальним закінченням зі стопором; • упори кришки розташовуються під горизонтальною частиною нитки нарізки.
Гвинт (спеціальна)		<ul style="list-style-type: none"> • гвинтова нитка нарізки без стопору; • тільки для діаметрів 43 мм та 48 мм; • упори кришки розташовується під нарізкою.

2. Лінія виробництва вишневої олії з ядер вишневих кісточок різних сортів

2.1 Технологічний процес виготовлення вишневої олії з ядер вишневих кісточок різних сортів

Актуальним напрямком дослідження є розробка нових і вдосконалення існуючих технологій, отримання та переробки нетрадиційної олієвмістної сировини рослинного походження (ядра вишневих кісточок), що дозволяє отримати олію високої харчової і біологічної цінності.

Перспективним є дослідження сортових особливостей вишень з метою доведення різного вмісту олії у їх ядрах та фізико-хімічних показників, а також удосконалення технології отримання олії з ядер вишневих кісточок.

Актуальним є отримання вишневої олії з різних сортів вишень. Саме тому отримання олій з різних сортів є перспективним, адже вони мають різний жирнокислотний склад та вихід олії.

На підприємствах олійно-жирової галузі першим дослідженням є визначення сорту, адже він впливає на вихід і загальну якість отриманої продукції.

Досліджувані зразки вишневих кісточок врожаю 2022 року:

Зразок №1 – англійська рання (майська);

Зразок №2 – лотівка;

Зразок №3 – любська (проста);

Зразок №4 – гріот Остгеймський (Шпанка чорна);

Зразок №5 – подбельська

Зразок №6 – суміш (у співвідношенні по 25%; подбельська, гріот остгеймський, лотівка, любська).

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

На рисунку 2.1 наведена векторна схема переробки вишневих кісточок, режими якої були експериментально доведені.

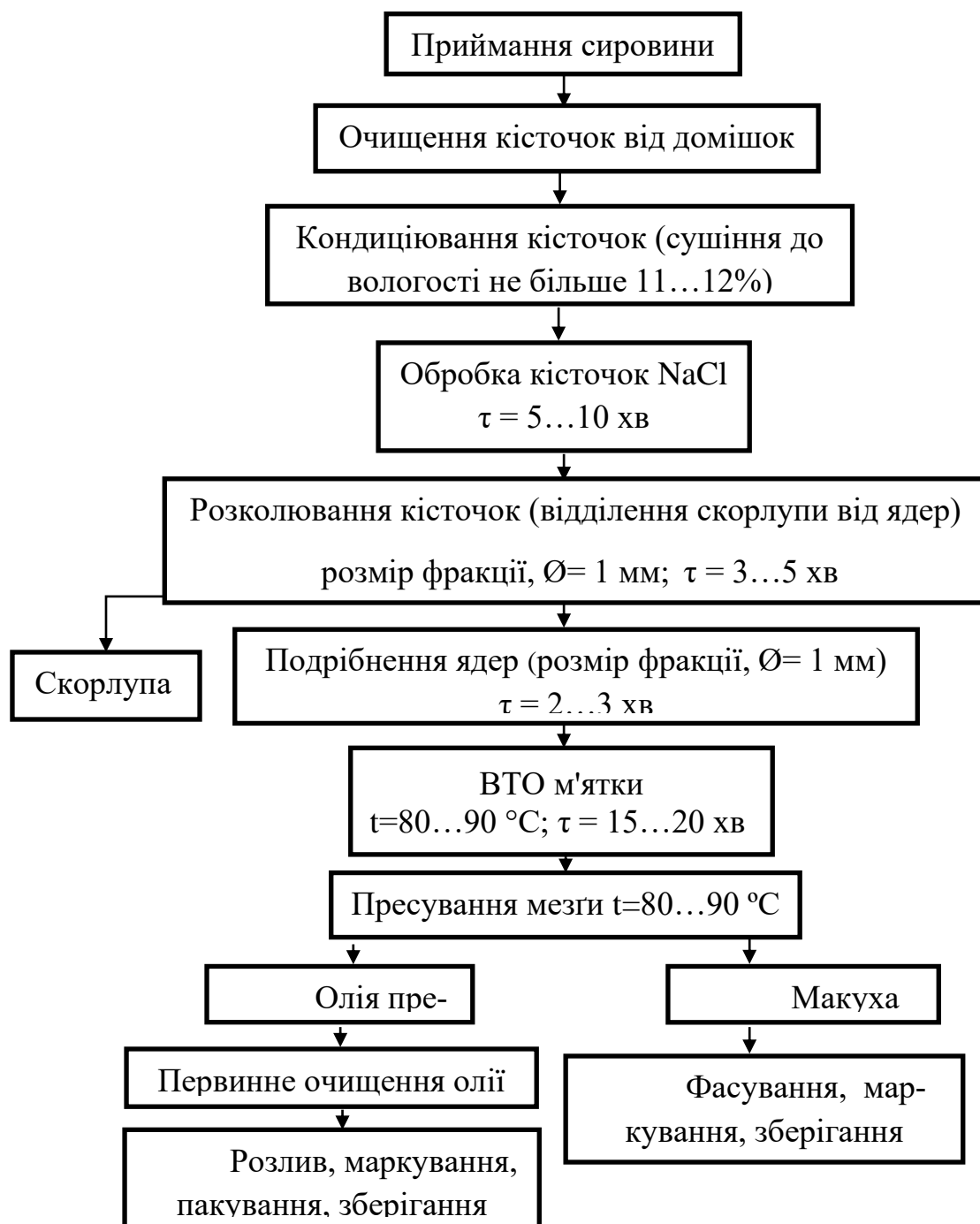


Рис. 2.1. Схема переробки вишневих кісточок.

При одноразовому пресуванні ядер вишневих кісточок ефект видалення олії в пресах значною мірою визначається ступенем їх подрібнення.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Приймання кісточок починається з відбору проб для визначення якісних показників згідно нормативної документації. Залежно від вихідного стану (вологість, засміченість тощо.) кісточки направляються або на зберігання, або безпосередньо на переробку.

Зразки, які досліджувались, були різних сортів 2022 року врожаю: англійська рання, лотівка, людська гріот остгеймський, подбельська, суміш. Спочатку вони проходили очищення від домішок. Очищення кісточок від сміттєвих та олійних домішок здійснювалося на лабораторних ситах з діаметром отворів: 5; 4; 3; 2; 1 мм. Сход з сит розбирають на розбірній дошці, відокремлюючи смітну і олійну домішки. Прохід через сито повністю відносять до сміттевої домішки.

Очищена сировина проходить стадію розколювання (відділення ядра від скорлупи), а потім стадію подрібнення на лабораторному млині. Помел повинен містити не менше 90...95 % фракції, що проходить через 1 мм сито.

При переробці проводили зволоження м'ятки парою до надходження її на пресування. Для подолання та ослаблення сил, що зв'язують олію з поверхнею частинок м'ятки, і полегшення його відділення від нежирових компонентів – служить процес вологотеплової обробки. Цей процес полягає в обробці м'ятки гарячою парою при інтенсивному перемішуванні і доведенні вологості і температури одержуваного товару, званого мезгою, при температурі 80...90 °С до оптимальних величин протягом 15...20 хв.

Після обробки, мезга потрапляє в прес для остаточного знімання олії. Пресування і є складовою частиною технологічної лінії по виробництву кісточкових олій методом холодного пресування.

Удосконалення технології отримання вишневої олії з ядер вишневих кісточок різних сортів

					<i>КРМ.ПЮтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	Лист
						27
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У лабораторних умовах експериментально підбирали модель обробки різних сортів вишневих кісточок сольовим розчином NaCl:H₂O та тривалість обробки, дані наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Підбір NaCl:H₂O для обробки вишневих кісточок

№ з/п	Сорт	Співвідношення NaCl:H ₂ O		τ, тривалість обробки		Розколювання, %	
		1:2	2:2	1:2	2:2	1:2	2:2
1.	Англійська рання (майська)	34:66	50:50	3...5	5...10	60...70	90..100
2.	Лотівка					70..75	
3.	Любська (проста)					65...73	
4.	Гріот Остгеймський (Шпанка чорна)					68...77	
5	Подбельська					63...74	
6	Суміш					58...71	

З проведених досліджень видно, що найкраще співвідношення 2:2 (дві частини каменевої солі та дві частини води) та тривалість обробки від 5...10 хвилин. При цій обробці було забезпечено розколювання кісточок 90..100 %, що свідчить про оптимальне співвідношення розчину для забезпечення даної технологічної операції і доведення удосконалення технології.

Для отримання пресової олії застосовували установку із застосуванням шнекового пресу. Процес пресування проводиться ступінчасто при витримці певного тиску. Режимми пресування наведені в таблиці 2.2.

Режими пресування

Показник	Англійська рання (майська)	Лотівка	Любська (проста)	Гріот Остгеймський (Шпанка чорна)	Подбельська	Суміш
Швидкість навантаження, KN/см	5,0	4,5	5,8	5,5	6,0	6.2
Зусилля стишення, KN	10	10	10	10	10	10
Час витримання навантаження, хв	6,0	8,0	10,0	4,0	10.0	15.0

На рис. 2.2 зображено експериментальну пресувальну установку.



Рис. 2.2. Процес пресування.

Опис апаратурної схеми

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Вишневі кісточки надходять на завод партіями, їх зберігають в силосі. За допомогою похилого конвеєра вишневі кісточки направляють в приймальний бункер з автоматичним зважуванням, звідки норією потрапляють на очищення в пневмосепаратор. Елеватором кісточки направляються в проміжний бункер, а потім норією вишневі кісточки з підвищеною вологістю сушать в барабанній сушарці. Домішки з сепаратора через гвинтовий конвеєр 6 потрапляють в бункер для сміття.

Висушені кісточки конвеєром потрапляють в бак з сольовим розчином, звідки норією направляються на розколювальну машину. Рушанка норією піднімається на гідро сортувальну машину. Шкаралупа конвеєром потрапляє в бункер для шкаралупи, а ядро елеватором на вальцьовий верстат. М'ятка елеватором направляється в шнековий інактиватор, потім за допомогою конвеєра в чанну жаровню. З чанної жаровні мезга подається на віджим на форпрес, форпресова макуха норією направляється на подрібнення в молоткову дробарку. Норією макуха йде в шнековий інактиватор, та потім за допомогою конвеєра в чанну жаровню.

Отримана мезга подається на експеллер, звідки конвеєром макуха направляється в бункер для зберігання. Форпресова та експелерна олія по трубопроводу направляється на первинне очищення, спочатку на фузоуловлювач, далі в бак відстоювання та фільтр-прес. Очищена олія зберігається в бункері, далі олія направляється на лінію розливу, а далі склад готової продукції.

2.2 Лінія фасування та пакування олії з ядер вишневих кісточок

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
						31
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінія складається з дозувально-наповнювального автомату Ж7-ДНТ-2-6, машини закупорювальної Ж7-УМТ-6 та автоматичного етикетувальника круглої тари ЕКП-1(М).

Дозувально-наповнювальний автомат Ж7-ДНТ-2-6



Автомат призначений для дозування за об'ємом рідких продуктів харчування, в'язкістю від 0,4 Па с до 8,0 Па с в циліндричні пляшки і банки (посуди́ни) широкого діапазону типу "Твіст-офф" і традиційні СКО.

Автомат має сучасний дизайн, безпечний в роботі; зручний в обслуговуванні та експлуатації; привід з безступінчатим частотним регулюванням швидкості, з функціями плавного пуску, зупинка і захисту від перевантажень; високий ступінь автоматизації і точність дозування, підвищена довговічність і ремонтпридатність. Автомат карусельного типу з наскрізним лінійним транспортером, пара циліндр-поршень виконана зі спеціальним ущільненням, поршень має дві опори, оригінальний пристрій для запобігання капежа. Деталі автомата виготовлені з сучасних високоякісних матеріалів.

Автомат налаштовується на один діаметр посудини, для налаштування на інші діаметри посудин необхідно замовляти наладки. Для налаштування на діаметр горловини є різні вставки і поставляються разом із машиною.

Технічні характеристики	
Продуктивність, посудин / хв	40 -160
Кількість дозаторів	10
Розміри оброблюваних посудин, мм	
висота	70 – 220
діаметр	50-105
діаметр горловини	38-110
Межі дозування, см ³	80 – 650
Точність дозування	±2%
Встановлена потужність, кВт	1,1
Габаритні розміри, мм, не більше	
довжина	2150
ширина	1650
висота	2300
Маса, кг, не більше	1780

Машина закупорювальна Ж7-УМТ-6



Призначена для паро-вакуумного закупорювання банок і пляшок кришками типу “твіст-офф”. Використовується на підприємствах консервної промисловості середньої потужності. Технічний рівень машини відповідає кращим зарубіжним аналогам Німеччини та Італії. Машина має сучасний дизайн, зручна в експлуатації, налагодженні, технічному обслуговуванні та ремонті. Користується попитом на консервних заводах України, Казахстану і Молдови.

Переваги даного методу закупорювання: закупорювання з пружною деформацією елементів кришки, що виключає руйнування скляної тари під час закупорювання та відкривання.

В закупореній тарі відсутній кисень, що дає можливість подовжити термін зберігання продукції; зручність у використанні, оскільки для відкриття кришки не потрібні спеціальні пристосування.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	Лист
						33
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики

Продуктивність, посудин / хв	40 – 130
Схема машини	лінійна
Спосіб закупорювання	спец. ременями
Метод закупорювання	паровакуумний

Виконання машини

	Стандартна головка	Велика головка
Діаметр кришок, що обробляються, мм	38-82	66-110
Діаметр посудин, що обробляються, мм	50-160	70-160
Висота посудин, що обробляються, не більше, мм	50-260	50-260
Встановлена потужність кВт	1,6	1,6
Витрата пари при P = 0,3 МПа, кг / год	40	40
Витрата води, л / год	50	50
Маса, кг	870	870
Габаритні розміри, мм		
довжина	3000	
ширина	1250	
висота	2000 – 2280	

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3

Лист

34

Автоматичний етикетувальник круглої тари ЕКП-1(М)

Машини етикетування, моделей екп-1 (м), є повністю автоматичними і не вимагають втручання оператора в процес своєї роботи, крім виставлення



параметрів роботи, установки рулону з етикетками та подачі тари. Автоматичні етикетувальники можуть використовуватися як самостійні установки для нанесення самоклеючої етикетки на плоску тару, так і у складі автоматичних ліній фасування або упаковки різної продукції.

Електроживлення, В/Гц	220/50
Споживання електроенергії, кВт/год	1,2
Пневможивлення**, атм./л.хв.	відсутнє
Довжина /Ширина /Висота (не більше), мм	2000/700/900
Вага (не більше), кг	90
Ширина/Діаметр рулону етикеток (макс.), мм	200/300
Продуктивність (макс.)*, етикеток/год	5000

Ширина/Довжина етикетки (макс.), 125/250
мм

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		36

3. Особливості функціонування мембран

Гнучкі мембрани на металевих і комбінованих кришках застосовуються практично на всіх сучасних системах закупорювання консервної скляної тари. Зокрема таких як Twist-Off (ТО, український аналог - тип III), Press-on Twist-off (PT), Ideal Closure, Preson, Band-Guard, Continuous Thread.

Кришки системи ТО за конструкцією поля виготовляються у двох модифікаціях з “кнопкою” та без “кнопки”, відповідно до замовлення, рис. 3.1 а, б. Надалі “кнопку” називатимемо мембраною.

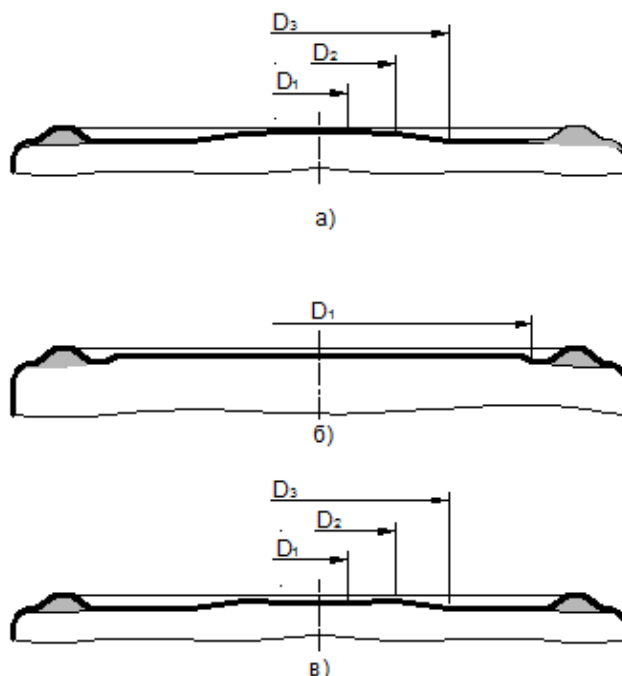


Рис. 3.1. Поле кришки системи ТО: а) мембрана в ненавантаженому стані; б) без мембрани; в) мембрана у стані втрати стійкості.

Розглянемо конструкцію поля кришки з мембраною та без неї. На полі кришки з мембраною, від каналу для прокладки до центру поля розташована пласка ділянка на якій в центрі поля знаходиться мембрана (рис. 3.1, а). Робочою частиною мембрани є пласка кругова ділянка діаметром D_1 , та кільцева конічна ділянка з малим кутом нахилу твірної діаметром D_2 . Робоча частина є найбільш чутливою до перепаду тиску і зазнає найбільших деформацій. Зовні

від робочої частини розташована інша кільцева конічна ділянка з більшим кутом нахилу твірної діаметром D_3 , яка в процесі роботи мембрани є менш активною і менш чутливою, тобто менше змінює свою форму і служить головним чином опорою для робочої частини.

Виходячи з виконуваних функцій ділянку між діаметрами D_1 і D_2 називатимемо робочим конусом, а конус з діаметром основи D_3 – опорним.

Як бачимо на полі кришки без мембрани (рис. 3.1, б) фактично також є опорний конус, але діаметр його основи D_1 значно більший ніж у поля з мембраною, а пласка ділянка між каналом для прокладки і ним є вузькою. Від початку така конструкція поля була пов'язана з наданням жорсткості пласкій ділянці поля, оскільки в процесі зберігання продукції ємність як правило знаходиться під вакуумом.

У ненавантаженому стані (рис. 3.1, а) мембрана є опуклою. Після закупорювання продукції, під дією вакууму в тарі, на поле кришки починає діяти рівнодійне зусилля від різниці тисків зовнішнього і всередині тари. Під дією певного зусилля, рівномірно розподіленого по зовнішній поверхні мембрани у вигляді тиску P , робоча частина мембрани здатна втратити стійкість (рис. 3.5, в). Завдяки малій товщині та високій границі пружності жерсті мембрана зберігає пружні властивості і за границями критичних зусиль.

Подамо роботу мембрани у графічному вигляді як залежність між тиском P та прогином центру мембрани f (рис. 3.2). При деякому критичному тиску P_1 відбувається стрибкоподібний перехід на іншу гілку залежності $P(f)$. В цей момент спрацьовує більш чутлива робоча частина мембрани. Практично це означатиме, що в тарі утворився належний вакуум і тара герметична. Подальше зростання тиску супроводжується ростом деформацій, який відбувається за деяким новим законом, відмінним від початкового. На цьому етапі поряд з робочою частиною починає деформуватися опорний конус.

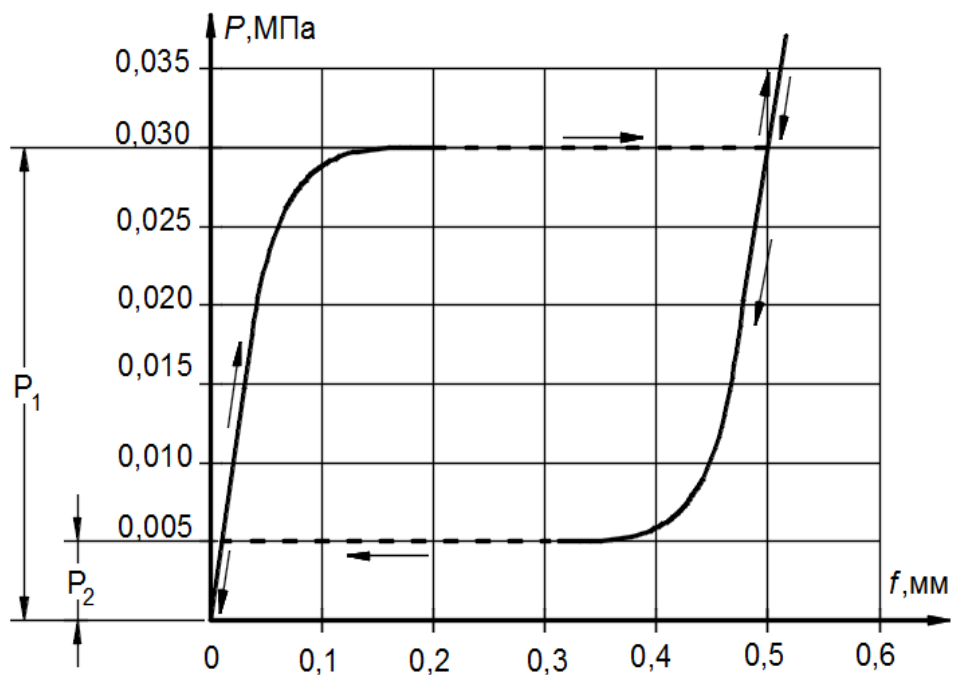


Рис.3.2. Залежність між тиском P та прогином центру мембрани f .
 $\delta=0,18$ мм; $R=12$ мм; $f_{нч.}=0,25$ мм.

При розвантаженні мембрани, повернення на початкову гілку відбувається знову стрибкоподібно, але при деякому новому критичному тиску розвантаження P_2 , меншому за перший. Практично це означатиме, що тара негерметична. Повернення мембрани у початковий стан повинно супроводжуватись характерним звуковим сигналом – клацанням, яке при відкритті тари, поряд з увігнутих станом мембрани до відкриття, доводить споживачеві, що упаковка герметична і відкривається вперше. Звуковий сигнал з'являється завдяки миттєвому відновленню початкової форми робочої частини мембрани, а його гучність залежить від швидкості відновлення форми. В теорії пластин і оболонок та приладобудуванні такі мембрани відомі як мембрани, що ляцкають. Для системи закупорювання ТО фірмою Silgan White Cap незалежно від типорозміру затвору надаються такі величини критичних тисків $P_1=0,03$ МПа і $P_2=0,005$ МПа.

Отже мембрана працює за принципом контрольованої втрати стійкості з наступним відновлення початкової форми, яке супроводжується звуковим си-

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

гналлом. Відповідно мембрана може перебувати у двох станах рівноваги. Перший відповідає опуклому стану, коли навантаження знаходиться в межах від 0 до P_2 . Другий відповідає стану втрати стійкості, коли навантаження в межах критичних значень від P_1 і більше до P_2 .

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
						40
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. Підготовка та порядок проведення досліджень

Матеріали, які досліджуються.

Для експериментальних досліджень використовувалися кришки з «контрольної кнопкою» системи «Твіст-офф» діаметром 82 мм, виробництва німецької фірми Silgan White cap, які використовуються на консервних підприємствах країн ЄС і України. Конструктивно мембрани спроектовані для роботи в режимі контрольованої втрати стійкості, рис. 3.5. Мембрани мають опорний конус зовнішнім діаметром D_3 , робочий конус зовнішнім діаметром D_2 і плоский ділянку діаметром D_1 . Мембрани втрачають стійкість в результаті виникнення вакууму в тарі, який спричиняє перепад тиску на поле кришки. Надалі цей перепад тиску будемо називати тиском.

Після втрати стійкості мембрана переходить в стан стійкої рівноваги, рис 3.5 в. Значення критичних тисків втрати стійкості і відновлення форми, які визначають робочий інтервал функціонування існуючих мембран, в цілому відомі і надаються деякими фірмами-виробниками кришок.

Відповідно, об'єктом дослідження є скляна упаковка з вакуумними кришками. Предметом дослідження - гнучкі мембрани металевих кришок.

Експериментально визначався додатковий прогин центру мембрани в стані втрати стійкості.

Підготовка експериментальних зразків.

Підготовка зразків упаковки відбувалася в виробничих умовах. Кришки подавалися в паровакуумну закупорювальну машину, де ними в робочому режимі закупорюють скляні банки з продукцією. Потім продукція охолоджувалася до кімнатної температури для створення вакууму в незаповненому обсязі тари, після чого дослідний зразок був готовий до експерименту

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
						41
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Порядок проведення досліджень.

Потенціальна енергія круглої пластини залежить від геометрії її поперечного перерізу (рельєфу). В аналітичному дослідженні форм стану рівноваги мембран будемо дотримуватися розрахункової схеми, в якій робочий конус мембрани затиснений по контуру з вільним радіальним зсувом точок контуру, бо розрахункова схема найбільш близька до реальності (рис. 4.1). Мембрана має початковий прогин $f_{нч}$.

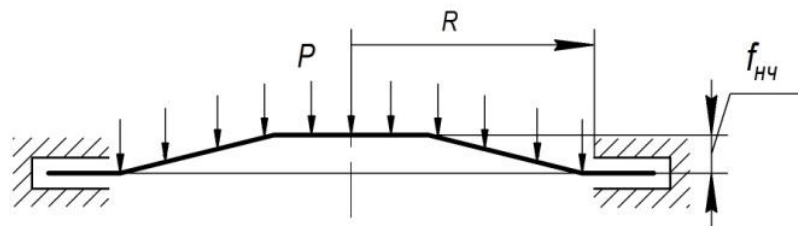


Рис. 4.1. Схема закріплення: мембрана в ненавантаженому стані.

Вимірювання додаткового прогину центру мембрани в стані втрати стійкості мало таку послідовність дій.

1. Після охолодження продукції, закупорена банка ставилася на контрольну плиту індикаторного приладу, прилад налаштовувався для підготовки до вимірювань (див. п. 1-3 нижче).

2. За допомогою гострого шила в полі кришки (не на мембрані) проколювали отвір. Тиск в тарі зрівнювався з атмосферним і мембрана стрибкоподібно поверталася в початковий стан рівноваги. При цьому стрілка індикатора відхилялася від нульового положення. Показники індикатора записувалися.

3. Додатковий прогин центру мембрани в стані втрати стійкості f , відрахований від площини контуру закріплення, рис. 4.2, визначали як різницю між показниками індикатора і початковим прогином центру мембрани.

Можливим прогином контуру закріплення мембрани від дії вакууму в тарі нехтували зважаючи на його незначність в порівнянні з робочим ходом центру мембрани.

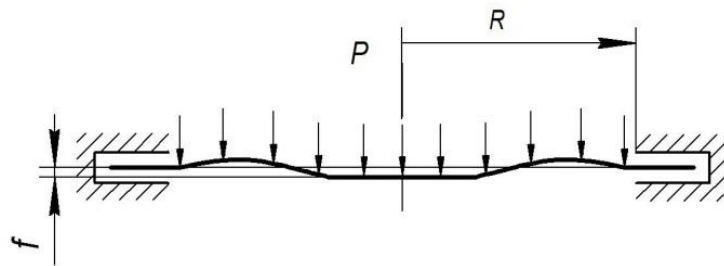


Рис. 4.2. Схема закріплення: мембрана в стані втрати стійкості.

5. Експериментальна установка та аналіз експериментальних досліджень

Додатковий прогин і товщина жерсті мембрани визначались інструментальними методами на реальній скляній упаковці з кришкою.

Вимірювання прогину здійснювалося за допомогою індикаторного пристрою рис. 5.1. Пристрій складається з штатива для вимірювальних головок 1, закріпленого на горизонтальній контрольній плиті 2 з отворами для упорів, індикатора годинникового типу 3, з похибкою 0,01 мм, і двох фіксуєчих упорів 4.

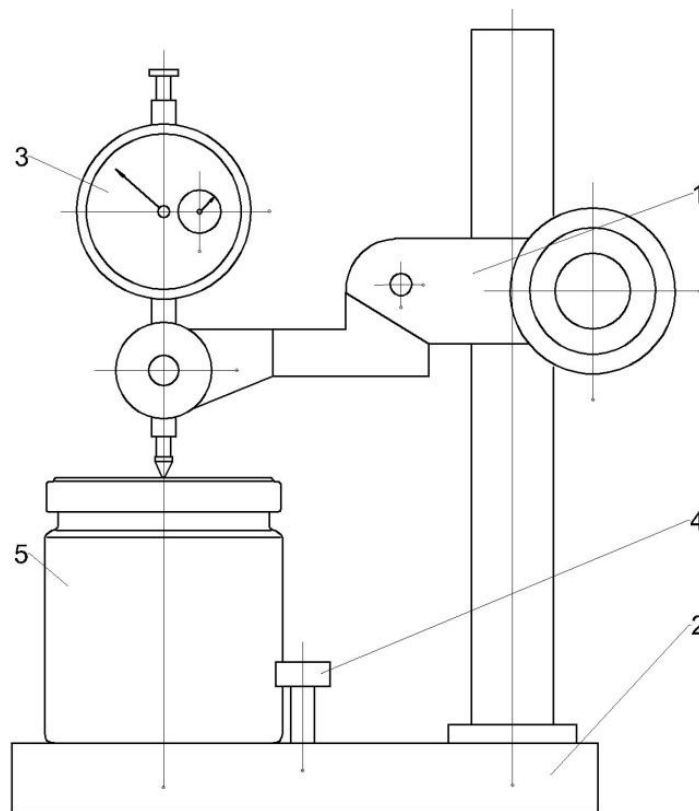


Рис. 5.1. Індикаторний пристрій. 1 - штатив, 2 - контрольна плита, 3 - індикатор годинникового типу, 4 - фіксуєчі упори, 5 - дослідний зразок.

Підготовка приладу до вимірювань мала таку послідовність дій.

1. Дослідний зразок ставили дном на контрольну плиту, піднімали вимірювальний шток індикатора, заводили зразок під вимірювальну головку.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2. Наконечник індикатора приводили в контакт з центром плоскої ділянки мембрани і фіксували розташування тари за допомогою двох фіксуючих упорів, попередньо встановивши їх у відповідні для даних розмірів корпусу тари отвори контрольної плити.

3. Затискну клеми індикатора на штативі відпускали, суміщали вимірвальний наконечник індикатора до контакту з центром мембрани кришки так, щоб стрілка на його малій шкалою відхилялася від нуля на ціле число міліметрів, але не менше величини двох початкових прогинів мембрани. Встановлювали індикатор в нульову позначку і фіксували його розташування на штативі.

Оскільки дослідний зразок складається з декількох деталей (банка, кришка, ущільнювальна прокладка кришки), кожна з яких має власний допуск на висоту, то кожен зразок буде мати власну висоту. Досить сказати, що тільки допуск на висоту скляної тари може коливатися в межах 1-3 мм. Тому для кожного вимірювання дослідного зразка потрібно виконувати індивідуальну підготовку приладу по п. 3.

Товщина жерсті кришок вимірювалася мікрометром похибкою 0,01 мм. Математичне моделювання форм стану рівноваги мембран виконувалися за допомогою енергетичного методу з теорії пластин і оболонок, описаного багатьма авторами. Робота мембран в режимі контрольованої втрати стійкості тісно пов'язана з енергетичною складовою матеріалу, тому тут найбільш доцільне застосування цього методу. Відповідно до цього методу повна енергія круглої пластини представлена у вигляді суми енергії безмоментного напруженого стану, енергії вигину і роботи зовнішнього тиску.

В експерименті використовувалася мембрана з параметрами $f_{nc} = 0,25$ мм; товщина жерсті $\delta = 0,18$ мм; радіус контуру закріплення мембрани $R = 12$ мм, виготовлена з маловуглецевої сталі. Результати вимірювань показали, що в стані втрати стійкості додатковий прогин центру мембрани склав $f = 0,07$ мм, що значно менше початкового прогину центру мембрани $f_{nc} = 0,25$ мм,

					<i>KPM.ПотаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

рис. 5.2. Тобто, в результаті втрати стійкості не відбувається дзеркальної де-
формації робочого конуса мембрани.

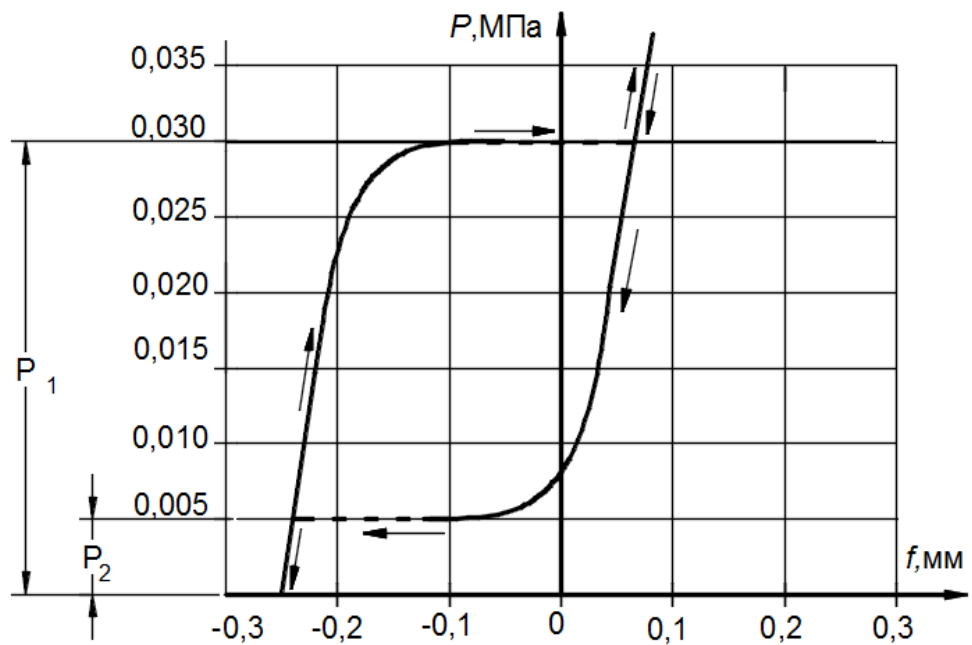


Рис. 5.2. Залежність між тиском P та прогином центру мембрани f .
 $\delta=0,18$ мм; $R=12$ мм; $f_{лч.}=0,25$ мм.

6. Виведення розрахункового рівняння повної енергії системи мембрани

З теорії пластин і оболонок приймаємо рівняння для розрахунку енергії системи мембрани. Повна енергія системи мембрани визначається аналогічно енергії при осесиметричному вигині круглї пластинки

$$E_n = E_c + E_\epsilon - W, \quad (1)$$

де E_c - енергія напружень в серединній поверхні мембрани,

$$E_c = \frac{E\delta}{2} \int_0^R \left[\left(\frac{d^2\Phi}{dr^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{d\Phi}{dr} \right)^2 - \frac{2\mu}{r} \frac{d\Phi}{dr} \frac{d^2\Phi}{dr^2} \right] 2\pi r dr; \quad (2)$$

E_ϵ – енергія вигину,

$$E_\epsilon = \frac{D}{2} \int_0^R \left[\left(\frac{d^2\omega}{dr^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{d\omega}{dr} \right)^2 + \frac{2\mu}{r} \frac{d\omega}{dr} \frac{d^2\omega}{dr^2} \right] 2\pi r dr; \quad (3)$$

W – робота зовнішнього навантаження,

$$W = \int_0^R P\omega 2\pi r dr = 2\pi P \int_0^R \omega r dr, \quad (4)$$

де E – модуль нормальної пружності матеріалу мембрани;

δ – товщина мембрани;

R – радіус контуру закріплення мембрани;

Φ – функція напруження;

r – поточний радіус мембрани;

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу мембрани;

$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$ – циліндрична жорсткість мембрани;

ω – додатковий поточний прогин мембрани;

P – тиск (навантаження) на мембрану.

Після розв'язання рівнянь енергій локальних впливів, отримали рівняння повної енергії системи мембрани, яке можна переписати у вигляді

$$E_n = \frac{\pi}{R^2} (1,4423E\delta^5\zeta^4 + 10,6672\delta^2 D\zeta^2 - 0,3333E\delta^5\zeta P^*) \quad (4)$$

де $\zeta = \frac{f}{\delta}$ – безрозмірний додатковий прогин центра мембрани; $P^* = \frac{PR^4}{\delta^4 E}$ – безрозмірний тиск на мембрану.

Після підстановки в (4) D та значення $\mu = 0,35$ для маловуглецевої сталі маємо

$$E_n = \frac{\pi E \delta^5}{R^2} (1,4423\zeta^4 + 1,013\zeta^2 - 0,3333\zeta P^*) \quad (5)$$

Для графічного зіставлення енергетичних рівнів положень рівноваги різних мембран введено безрозмірну енергію $E_n^* = \frac{E_n R^2}{\pi E \delta^5}$. Підставивши в E_n^* (5) отримали повну безрозмірну енергію системи мембрани (6), яка характеризує енергетичні перетворення в тілі мембрани:

$$E_n^* = \frac{E_n R^2}{\pi E \delta^5} = 1,4423\zeta^4 + 1,013\zeta^2 - 0,3333P^*\zeta \quad (6)$$

Шляхом диференціювання (6) по $d\zeta$ та прирівнювання до 0 отримали рівняння рівноваги (7),

$$\zeta^3 + 0,3512\zeta - 0,0578P^* = 0 \quad (7)$$

7. Експериментальні дослідження з мембранами меншої товщини

Оскільки кришки можуть виготовлятися з жерсті різної товщини, а загальносвітова тенденція в упаковці полягає у ресурсозбереженні, то були виконані експериментальні дослідження мембран з жерсті меншої товщини $\delta=0,16$ мм та $\delta=0,14$ мм.

Були виконані експериментальні дослідження роботи мембран кришок різної товщини в реальних умовах експлуатації затворів скляної тари. Параметри $f_{нч}$ та R – залишили як у попередньому випадку. Методика проведення експерименту була аналогічною зазначеній вище. Дослідження показали, що для мембран з параметрами $\delta = 0,16$ мм та $\delta = 0,14$ мм у робочому стані, який відповідає стану втрати стійкості, додатковий прогин центру мембрани склав $f = 0,08$ мм та $f = 0,09$ мм відповідно.

За результатами експерименту визначали параметри тиску втрати стійкості P_I для мембран з різної товщини жерсті. Спочатку виражали безрозмірний тиск втрати стійкості P_1^* з (7). Далі визначали P_1^* , шляхом підстановки експериментальних значень f для різної товщини жерсті. Потім визначали відповідний P_I для різної товщини жерсті, виразивши його з залежності для P_1^* , як $P_1 = \frac{P_1^* \delta^4 E}{R^4}$. Величина $E = 190 \cdot 10^9$ Па відповідає маловуглецевій сталі. Результати зведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1.
Параметри роботи мембран різної товщини

$\delta, \text{ м}$	Параметри			
	$f, \text{ м}$	ζ	P_1^*	$P_I, \text{ Па}$
$0,14 \cdot 10^{-3}$	$0,09 \cdot 10^{-3}$	0,642	8,4787	$0,02984 \cdot 10^6$
$0,16 \cdot 10^{-3}$	$0,08 \cdot 10^{-3}$	0,5	5,2	$0,0312 \cdot 10^6$
$0,18 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$	0,389	3,3958	$0,0326 \cdot 10^6$

трансформації форми, оскільки мембрана гарантовано має лише два положення рівноваги, перехід між якими відбувається стрибкоподібно. Тоді як у інших випадках пружне тіло може мати багато положень рівноваги в залежності від величини навантаження.

Під трансформацією форми мається на увазі саме стрибкоподібний перехід з одного стану рівноваги у інший. Енергія трансформації форми тісно пов'язана з товщиною та формою перерізу мембрани, її можна вважати окремим випадком енергії деформації.

Ми бачимо, що зі зменшенням товщини жерсті права гілка залежності $P(f)$ зміщується вправо (рис. 7.1), тоді як ліва залишається незмінною. Тобто хід центра мембрани збільшується, це означає, що зі зменшенням товщини мембрани енергія трансформації зростає, тоді як тиск втрати стійкості зменшується.

8. Аналіз енергетичної складової в станах рівноваги мембран

Для оцінки енергетичного рівня мембран пропонується прийняти метод порівняння енергетичних рівнів станів рівноваги для різних мембран. В основу пропонованого методу покладено математичне моделювання енергетичних рівнів стану рівноваги мембран, виконане з використанням енергетичного методу з теорії пластин та оболонок.

Аналіз енергетичних рівнів мембрани базується на використанні рівняння повної безрозмірної енергії системи мембрани (6). За допомогою (6) будувалися графіки енергетичних рівнів положень рівноваги мембран різної товщини. Енергетичні рівні будували як функції $E_n^*(\zeta)$ за параметрами з табл. 7.1 шляхом цифрового моделювання. За нульове значення E_n^* мембрани приймали стан за якого зовнішнє навантаження на неї відсутнє.

Розглянемо енергетичні рівні роботи мембран у робочому стані втрати стійкості, рис. 8.1. Вони відповідають лівій гілці залежності $P(f)$ на рис. 7.1. Виходячи з того, що в контексті енергетичної складової критичний тиск відновлення форми P_2 не має суттєвого значення через його мале значення (біля $0,005 \cdot 10^6$ Па) та малу різницю між його значеннями для різної товщини жерсті, графіки енергетичних рівнів, які відповідають правій гілці залежності $P(f)$ не зображувалися. Взагалі головним у цьому плані є те, щоб P_2 не знизився до 0 і менше, оскільки в цьому випадку, як видно з рис. 7.1, мембрана припинить фіксувати вакуум в тарі.

На графіках (рис. 8.1) бачимо, що енергетичний рівень кожної мембрани має деякий власний мінімум $E_{n\min}^*$, який відповідає стану втрати стійкості, та при зменшенні δ його величина по модулю зростає. Такий вигляд енергетичного критерію цілком узгоджується з відомою теоремою Лагранжа-Діріхле, згідно з якою основним положенням стійкої рівноваги є стан мем-

брани, якому відповідає мінімальна по відношенню до інших суміжних станів енергія.

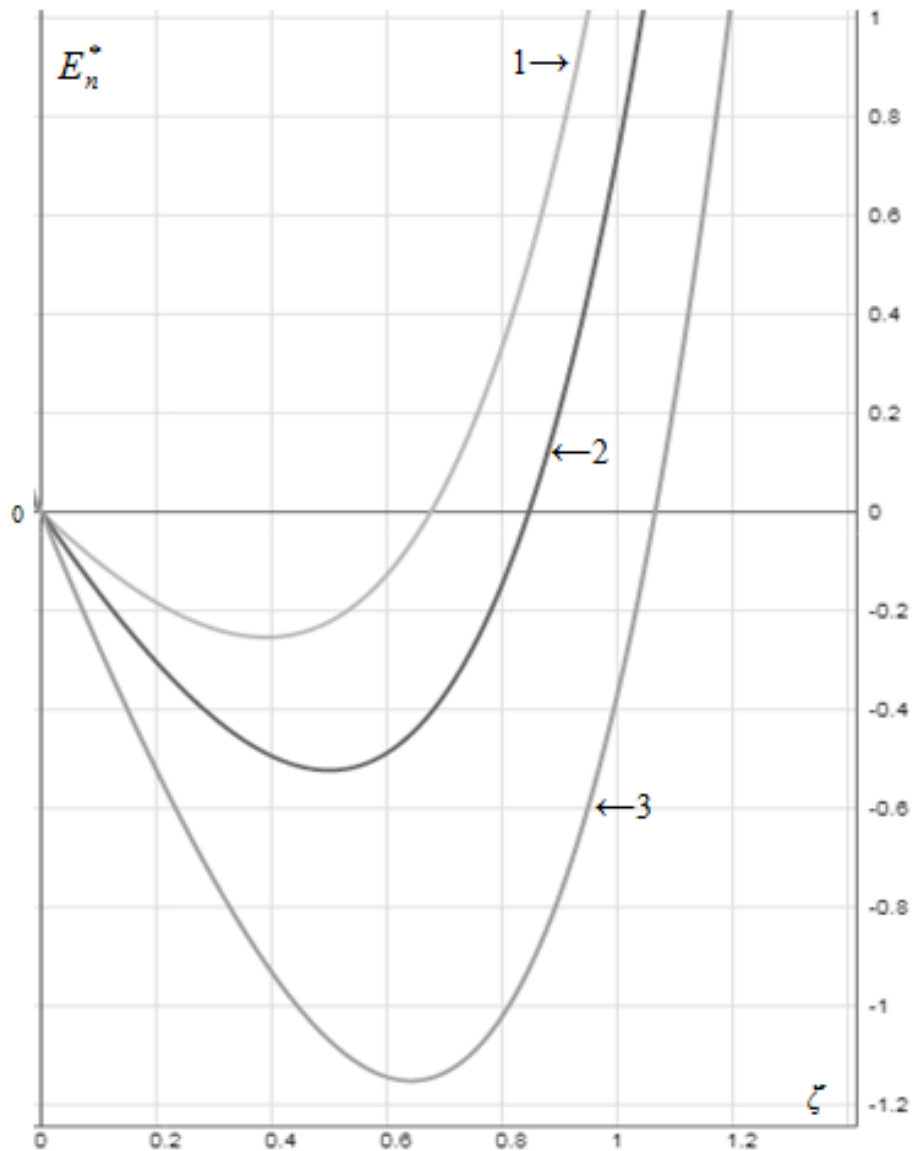


Рис. 8.1. Енергетичні рівні мембран для тиску втрати стійкості P_1 .
 1 – $\delta = 0,18$ мм; 2 – $\delta = 0,16$ мм; 3 – $\delta = 0,14$ мм.

Виразимо E_n з (6) $E_n = \frac{|E_n^*| \pi E \delta^5}{R^2}$, та використовуючи значення $E_{n\min}^*$ з графіків на рис. 8.1 розрахуємо мінімальне значення енергії у стані втрати стійкості для кожної мембрани. Величину $E_{n\min}^*$ підставляємо по модулю, оскільки на графіках безрозмірна енергія має від'ємне значення. Результати наведені у табл. 8.1. Виходячи з даних табл. 8.1, можна висунути гіпотезу, що

більш тонкі мембрани здатні накопичувати, а потім віддавати більшу кількість енергії ніж більш товсті за однакових геометричних параметрів.

Під час спрацьовування мембрани відбувається стрибкоподібний перехід з одного стану рівноваги в інший. Переміщення мембрани під час втрати стійкості відбувається від дії зовнішнього тиску P . Енергія трансформації накопичується вздовж радіусу мембрани, спричиняючи виникнення і концентрацію напружень в певних кільцевих ділянках мембрани. Максимальна концентрацію напружень буде на периферійній ділянці, яка примикає до контуру закріплення.

Таблиця 8.1.

Параметри мінімальної енергії мембран різної товщини

$\delta, \text{ м}$	Параметри	
	$ E_{n \min}^* $	$E_{n \min}, \text{ Дж}$
$0,14 \cdot 10^{-3}$	1,1501	$0,0816 \cdot 10^{-3}$
$0,16 \cdot 10^{-3}$	0,5224	$0,0723 \cdot 10^{-3}$
$0,18 \cdot 10^{-3}$	0,26	$0,0648 \cdot 10^{-3}$

Після зняття P ці напруження розсіюються і мембрана миттєво повертається в початкове положення (рис. 4.1). Фізично це стає можливим тому, що відбувається енергетичний стрибок з одного стану рівноваги в інший. В процесі енергетичного стрибка енергія трансформації вивільняється і мембрана здійснює миттєве переміщення в просторі.

Відновлення форми після втрати стійкості залежить від сприятливої геометричної форми тіла. Круглі мембрани мають сприятливу форму, оскільки деформація в даному випадку є симетричною відносно центра (полюсу) мембрани.

9. Висновки

Проведено аналіз енергетичної складової мембран металевих закупорювальних засобів. Показано, що мембрана працює як автономна розумна енергетична система за рахунок перепаду навантаження без використання зовнішнього джерела енергії. Мембрана працює в режимі контрольованої втрати стійкості, відновлюючи форму за рахунок енергії трансформації, яка здатна накопичуватись в тілі мембрани після деформації та вивільняється шляхом енергетичного стрибка після зняття навантаження.

Запропоновано метод оцінки енергетичного рівня металевих мембран шляхом порівняння енергетичних рівнів станів рівноваги для різних мембран. Порівнюється мінімальна енергія різних мембран у стані втрати стійкості. Цей метод дозволяє висунути гіпотезу, що за інших рівних параметрів, мембрани меншої товщини здатні накопичувати, а потім віддавати більшу кількість енергії ніж мембрани більшої товщини.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

10. Охорона праці

Система охорони праці спрямована на розробку засобів, що забезпечують безпеку та здоров'я працівників під час виконання їх професійних обов'язків. Ця система включає в себе заходи, спрямовані на створення таких умов праці, які відповідають вимогам для збереження життя та здоров'я працівників під час трудової діяльності.

1. Аналіз конструктивних рішень щодо безпеки та гігієни.

У магістерській роботі описано автомат для закупорювання, який не має негативного впливу на здоров'я людини при всіх режимах роботи та умовах експлуатації. Матеріали, використані у конструкції цього пристрою, є безпечними і не створюють загрози для здоров'я. Крім того, вони не викликають пожежно-вибухової небезпеки..

2. Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при експлуатації закупорювального автомату.

Характерні небезпечні і шкідливі фактори:

1. Фізичні: рухомі і обертаючі частини виробничого обладнання (рухомі голівки, паси пасових передач, привідний вал, муфти, карусель, шестерні, деталі привода). Ці пристрої становлять потенційну небезпеку, оскільки існує ризик виникнення механічних травм для людини.

2. Підвищений рівень шуму. У певних ситуаціях виникнення підвищеного рівня шуму на робочому місці може бути пов'язане з експлуатацією несправного обладнання або порушенням експлуатаційних норм. Конкретні фактори включають неправильне змащування вузлів тертя і використання низькоякісних мастил, а також відсутність або пошкодження звукоізоляційних прокладок.

3. Підвищений рівень вібрації. Обумовлений наявністю електродвигуна та пасовою передачею, а також наявністю вузлів тертя. Рівень віброшвидкості на робочому місці повинен бути не більше 92 дБ.

4. Недостатня освітленість робочої зони. Недостатня освітленість на робочому місці є наслідком захаращення робочої зони та недотриманням норм

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

проходів навколо обладнання, несвоєчасної очистки віконних прорізів та освітлювальної апаратури.

5. Підвищена напруга в електромережі призводить до замикання, яке може пройти через тіло оператора. Ураження електричним струмом можливе внаслідок: порушення ізоляції силового кабелю і електроприводів освітлювальної мережі; відсутності або пошкодження захисного заземлення електродвигуна; використання (в період технічного обслуговування і ремонту) переносного освітлення з напругою більше 36 В.

Основними причинами нещасних випадків від дії електричного струму на проєктованій ділянці є:

- помилкове вмикання установки;
- можливість виникнення крокової напруги;
- пробій на корпус;
- випадки дотику людей до відкритих частин електроустаткування, що проводять струм;
- старіння ізоляції і втрата ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, які можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання.

6. Повітря робочої зони. Стан здоров'я і рівень працездатності працівників великою мірою залежить від виробничого середовища, в якому відбувається трудова діяльність. Виробниче середовище безпосередньо впливає на продуктивність праці. У несприятливих умовах виробничого середовища працівник не тільки виконує трудові дії, але й зазнає додаткового навантаження на організм у зв'язку з необхідністю виконувати фізіологічну роботу з метою пристосування до тих чи інших факторів. Дія фактора: викликає втрату тепла в організмі людини і може бути причиною простудних захворювань.

Табл. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ).

Небезпечні і шкідливі фактори	Місце виникнення	Причина виникнення	Можливі травми та профзахво-
-------------------------------	------------------	--------------------	------------------------------

			рювання
1	2	3	4
Фізичні рухомі частини виробничого обладнання	Вали механізмів, ланцюгові передачі, черв'ячний редуктор	Відсутність захисних кожухів на клинопасових передачах, черв'ячній передачі	Травми кистей і рук, травми інших частин тіла
конструкції, що руйнуються	Вали механізмів.	Зношення механізмів, передач, відсутність мастила	Різні травми організму
Підвищений рівень шуму на робочому місці	Електродвигун, ланцюгові передачі, черв'ячний редуктор, хопер	Ослаблення паса передачі, вихід з ладу підшипників кочення на валах приводів, відсутність шумоізоляції хопера	Зниження слухової чутливості
Підвищений рівень вібрації	Електродвигун, редуктор	Ослаблення кріплення двигуна на рамі, зношення підшипників	Захворювання нервової системи
Підвищена напруга в електричному колі	Корпус електродвигуна і ланцюги напруги 380В і 220В, електричне освітлення	Торкання до струмоведучих частин електродвигуна і не струмоведучих частин машини, що потрапили під напругу	Електричний удар
Підвищена температура зовнішньої поверхні закупорювальної головки	Паропровід, система підготовки пари	Відсутність теплоізоляції на поверхні машини	Термічний опік
Недостатня освітленість робочої зони	Зона обслуговування машини	Відсутність необхідного числа світильників, забруднення скла вікон, старіння ламп	Погіршення зору, загальна втома

3. Заходи і засоби щодо забезпечення безпечних умов праці при монтажі, ремонті, технічному обслуговуванні та експлуатації обладнання.

3.1 Розміщення виробничого обладнання. Вимоги безпеки при монтажі, ремонті і обслуговуванні обладнання. Ергономічні вимоги.

Закупорювальний автомат знаходиться на виробництві для виконання монтажу у зібраному вигляді. Обладнання піднімають на потрібний поверх виробничого корпусу за допомогою вантажного ліфта або лебідки через отвори у перекриттях. В процесі транспортування машини використовують підйомники або візки для доставки її на місце монтажу. Далі робиться розмітка для монтажу під установку кріпильних болтів (відповідно до проекту). У заключній фазі перевіряють правильність установки і відповідність правильності монтажу проектної документації. Перевірка здійснюється кваліфікованими фахівцями. До початку випробувань у холостому режимі необхідно перевірити кріплення різьбових з'єднань машини та кріплення з'єднань до підлоги по усьому її периметру. Місце проведення ремонтних робіт повинно бути огорожене спеціальними плакатами з попередженням для безпеки виконання робіт. Машину, що знаходиться в процесі ремонту, відключають від джерел електропостачання. Вивішують плакат з попередженням про виконання ремонтних робіт, такий же плакат повинен бути у диспетчера на панелі керування.

Монтаж обладнання повинен проводитися в повній відповідності з кресленнями та паспортом. При виборі майданчика для установки машини необхідно передбачити деякий запас площі для проведення монтажу та ремонту окремих вузлів. При монтажі та ремонті машини вільна відстань по її периметру повинна бути не менше 1 м. Бетонні майданчики для встановлення закупорювального автомату повинні бути виконані у відповідності зі схемою плану фундаменту і нормаллю на промислове будівництво. Установку обладнання на фундаменті слід виконувати за рівнем для вивірки горизонтальності.

Заземлення електрообладнання виконувати згідно «Правил улаштування електроустановок». Взаємодія між оператором і елементами систем управління, пов'язаними із забезпеченням безпеки, проектується і встановлюється так, щоб ніхто не піддавався небезпеці при будь-яких режимах викорис-

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

тання і у випадках неправильного використання машин. Індикатори і органи управління зручно розташовані на висоті 150...160 см, причому важливі і часто використовувані елементи, пов'язані функціонально, розміщені поблизу один одного. Для зручності ідентифікації органів управління індикатори, умовні позначення, таблички та інші довідкові написи розташовуються в зручних для огляду місцях (під датчиками, кнопками, регулюючими механізмами), що дозволяє оператору без утруднень зрозуміти процес їх використання.

3.2 Небезпечні зони обладнання. Методи захисту небезпечних зон.

В заупорювальному автоматі визначені наступні небезпечні зони:

- клинопасова передача;
- механізм заупорювання;
- електродвигун.

Передбачені наступні заходи і засоби захисту:

- захисна кришка на механізм заупорювання;
- заземлення корпусу обладнання для ліквідації можливості статичної електрики, занулення електродвигунів приводу;
- огороження приводу і отворів в станинах машин (через які руки або одяг робітників можуть потрапити в рухомі частини механізму);
- встановлення захисного кожуха на клинопасову передачу;
- установка в робочій зоні аварійної кнопки стоп.

3.3 Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря.

Оператор, який обслуговує машину виконує роботу, що відноситься до категорії середньої тяжкості 2А. Відповідно до даної категорії робіт і враховуючи, що робота на підприємстві носить всесезонний характер, виконується цілий рік. У теплий період року, мікрокліматичні показники повітря робочої зони повинні бути наступними: температура повітря 18-27°C, відносна вологість 65% при 26°C, швидкість руху повітря 0,4...0,2 м/с. У холодний період мікрокліматичні показники повітря робочої зони повинні бути наступними: температура повітря 17-23°C, відносна вологість 75% при 22°C, швидкість

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

руху повітря не більше 0,3 м/с. Для забезпечення нормованих показників мікроклімату в робочій зоні проектом передбачені наступні заходи: - раціональний режим праці та відпочинку; - засоби індивідуального захисту (костюм бавовняний, шолом, протишумні навушники) і взуття (черевики шкіряні).

3.4 Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації.

При роботі даної машини джерелом шуму і вібрації є:

- електродвигун;
- механізм зачупорювання;
- пасові передачі.

У проекті нормовані значення шуму і вібрації забезпечуються наступними організаційними і технічними заходами. Основні організаційні заходи:

- експлуатація обладнання повинна проводитися відповідно до вимог паспорта;
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди). Застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації (антифони, протишумові каски, навушники, беруші);
- проведення своєчасних профілактичних ремонтів.

Основні технічні заходи:

- усунення неврівноваженості мас, які обертаються (статичне і динамічне балансування);
- встановлення додаткового балансирного вала;
- підвищення точності центрування і співвісності сполучних деталей;
- зменшення технологічних допусків при виготовленні і складанні вузлів;
- використання віброізоляторів;
- звукоізоляція;
- ізоляція обладнання від технологічних комунікацій. Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 80 ДБА.

3.5 Забезпечення нормованих показників освітлення.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

Оператором машин виконується зорова робота, що відноситься до III розряду. Значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) при боковому освітленні – 2 %. Норми штучного освітлення в приміщенні: при лампах розжарювання не менше 150 Лк, а при газорозрядних 200 Лк. У разі якщо, по якимось причинам припиняє функціонувати робоче освітлення в приміщенні, для можливості зупинки машини проектом передбачено аварійне освітлення. Його потужність складає 5 % нормативної робочої освітленості, але не менше 2 Лк.

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Таке освітлення забезпечується від мережі, незалежної від робочого освітлення. У світильниках аварійного освітлення встановлені лампи розжарювання.

3.6 Захист працюючих від ураження електричним струмом.

Згідно з правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) залежно від умов ОС, приміщення, в якому встановлена машина, по категорії електробезпеки, відноситься до II категорії з підвищеною небезпекою, приміщення характеризуються відносною вологістю понад 75 %. Захист працюючих від ураження електричним струмом у проекті здійснюється наступними заходами: технічними, електричними, організаційно-технічними. Недоступність струмоведучих частин забезпечується огорожами (суцільні – до 1 кВт). Всі огорожі мають частини, які відкриваються; частини повинні бути закриті і для відмикання повинні застосовуватися спеціальні пристосування; ізоляція струмоведучих частин (електропроводка до електродвигуна прокладається в трубах і не повинна мати порушень ізоляції, а місця підключень повинні бути ретельно ізольовані); живлення машини і пульта управління прокладається в газових сталевих трубах, а труби з'єднуються гнучким мідним дротом з контуром заземлення; для недопущення ураження електричним струмом оператора двигун повинен бути занулений.

3.7 Захист працюючих від несприятливих для організму людини шкідливих речовин у повітряному середовищі.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

Таблиця. Значення величин температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура,	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
		Фактична	Фактична	Фактична
Холодний Період року	16	17-20	50-60	0,1
Теплий період року	16	22-25	50-60	0,2

Наявність настільки несприятливих для організму людини шкідливих речовин у повітряному середовищі робочої зони вимагає здійснення ряду заходів шкідливих речовин, що забезпечують зміст, у межах норми відповідно до ГОСТ 12.1. 005-88/98.

Для того, щоб забезпечити відповідний склад та безпеку праці робітника на ділянці встановлена місцева вентиляція (вентиляційна шафа), завдяки якій забруднене повітря виводиться з приміщення, а замість нього вводиться свіже зовнішнє або очищене повітря, тим самим і підтримується необхідна вологість повітря. Крім того, використовується також природна вентиляція, при якій подачу та віддалення повітря регулюють точно, згідно з зовнішніми метеорологічними умовами та у заздалегідь заданих об'ємах. Така вентиляція здійснюється через спеціально передбачені отвори у зовнішніх огорожах з використанням природних спонукаючих рухів повітря, гравітаційних сил та вітру. Дані заходи дозволяють знизити концентрацію шкідливих речовин і повітря в зоні обслуговування до санітарних норм, установлених ГОСТ 12.1.005-88 відповідно ДСН 3.3.6.042-99

4. Звукові та візуальні сигнали безпеки, необхідні для безпечної експлуатації нового обладнання.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

Управління електрообладнанням здійснюється з пульта управління, що представляє собою прямокутний металевий ящик, всередині якого розміщені електроприлади, на передню панель якого поміщена кнопкова станція «пуск» - чорного кольору, «стоп» - червоний колір. На бічній стінці корпусу пульта управління передбачений заземлюючий болт для безпечної роботи обслуговуючого персоналу. Розміщення пульта керування і решти електроапаратури, розводка кріплення проводів проводиться при монтажі агрегату з урахуванням забезпечення зручності обслуговування, відповідно вимог креслень та електричних схем.

5. Заходи пожежо-вибухонебезпечності.

5.1 Пожежна безпека.

Категорія приміщень, класи пожеж і клас зони за пожежовибухонебезпечності.

№ п/п	Назва споруд, де встановлено обладнання	Категорія приміщень	Клас пожеж	Клас зони з пожежо-небезпеки	Клас зони з вибухонебезпеки
1	S=240 м ²	Д	А, Е		

Корпус апарату виготовлений із сталі Х13. Інші вузли та деталі так само металеві, що не дозволяє їм загорітися при замиканнях проводки. Приміщення в якому встановлено обладнання, за характером середовища відносять до вологих.

З електробезпеки приміщення – з підвищеною небезпекою, за пожежота вибухонебезпечністю в електроустановках – категорія Д. Клас можливої пожежі – А, Е, пожежі пов'язані з горінням електроустановок. Причинами можливого загоряння обладнання є наступні фактори:

- замикання електропроводки:
- неправильне влаштування та експлуатація обладнання.

До профілактичних заходів щодо недопущення загоряння обладнання відносять:

- пускова апаратура електродвигунів повинна перебувати в герметично закритому приміщенні;
- електропроводка до електродвигунів прокладається в трубах і не повинна мати зовнішньої ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізольовані. Опір ізоляції електропроводки має бути не менше 1 мОм, а опір статора електродвигуна не менше 5 мОм. Електродвигуни повинні бути виготовлені у виконанні типу IP 54, для категорії приміщень Д. Корпус електродвигуна повинен бути занулений, а корпус апарату заземлений. Застосування магнітних пускачів.
- згідно з нормами а даному приміщенні слід встановити:
- переносні вогнегасники з зарядом речовини 6 кг, кількістю 7 шт.;
- пересувні вогнегасники з зарядом речовини 20 кг, кількістю 2 шт.

5.2 Шляхи евакуації.

В приміщенні передбачено два евакуаційних виходи: приміщення має площу 240 м², розташоване на першому поверсі. У приміщенні одночасно перебуває не більше 50 осіб та відстань від найвіддаленішої точки підлоги до зазначеного входу не перевищує 25 м. Двері евакуаційних виходів двері на шляху евакуації відкриваються у напрямку виходу людей з будинку. Двері не повинні мати засувів, які перешкоджають їх вільному відкриванню з середини без ключа. Просвіт евакуаційних виходів (дверей) має висоту 2,0 м, а ширину 0,8 м.

Шляхи евакуації забезпечені евакуаційним освітленням – природне освітлення в денний час і лампи розжарювання в нічний час доби. На шляху евакуації по підлозі не допускаються перепади висот і виступи, за винятком порогів, які влаштовані в евакуаційних виходах і мають висоту не більше 5 см. У даному приміщенні розроблений і вивішений на видному місці біля основного виходу з цеху план евакуації на випадок пожежі.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

6. Охорона праці під час воєнного стану.

Відповідно до Конституції, права та свободи людини і громадянина не можуть бути обмежені. Тим не менше, у ситуаціях воєнного або надзвичайного стану можуть введені окремі обмеження для прав і свобод громадян, при цьому вказується термін дії таких обмежень. Важливо зауважити, що ці обмеження не стосуються прав і свобод, визначених у статтях 24, 25, 27, 28, 29, 40, 47, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 Основного закону (згідно зі статтею 64 Конституції України).

6.1 Встановлення робочого часу та часу відпочинку

Згідно зі статтею 6 Закону № 2136 нормальна тривалість робочого часу у період дії воєнного стану може бути збільшена до 60 годин на тиждень для працівників, зайнятих на об'єктах критичної інфраструктури (в оборонній сфері, сфері забезпечення життєдіяльності населення тощо). Збільшення тривалості робочого часу у період воєнного стану до 60 годин на тиждень є правом роботодавця і не передбачає встановлення такої тривалості для всіх в обов'язковому порядку.

Тривалість щотижневого безперервного відпочинку може бути скорочена до 24 годин.

У період дії воєнного стану не застосовуються норми статті 53 (тривалість роботи напередодні святкових, неробочих і вихідних днів), частини першої статті 65 (граничні норми застосування надурочних робіт), частин третьої—п'ятої статті 67 (перенесення вихідного дня на наступний день після святкового або неробочого дня), статті 71 (заборона роботи у вихідні дні), статті 73 (святкові і неробочі дні), статті 781 (неврахування святкових і неробочих днів при визначенні тривалості щорічних відпусток) Кодексу законів про працю України.

7. Охорона праці під час блекаутів.

Відключення енергопостачання призводить до технічних поломок:

- повна або часткова зупинка виробництва, технологічні збої;
- непридатність сировини, виробничих матеріалів, продукції;

					КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3	Лист
						66
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- виготовлення неякісної продукції через порушення технологічного процесу;
- негативний вплив на роботу персональних комп'ютерів і електронно-обчислювальної техніки.

При аварійному відключенні електроенергії припиняють роботу вантажопідіймальні механізми, лебідки, ліфти тощо. Люди можуть залишитися в замкненому та/або недоступному місці на невизначений час, у зв'язку із чим доводиться вживати додаткових заходів щодо їх евакуації.

Після того як постачання електроенергії відновилося, може виникнути перенапруження по одній фазі. Захист обладнання не встигає спрацювати, внаслідок чого може вийти з ладу (згоріти) електронне обладнання, двигуни та/або їх електронна частина тощо.

7.1 Правила безпеки під час раптового відключення електроенергії

Необхідно дотримуватися наступних правил:

- від'єднати від мережі всі прилади, що споживають електроенергію;
- не намагатись самостійно усунути несправність машин, механізмів, устаткування, тощо. Це може бути небезпечно для життя;
- не влаштовувати тимчасових з'єднань електропристроїв, електропроводки, тощо;
- не використовувати генератори електроенергії в закритих приміщеннях. Такі пристрої вибухопожежонебезпечні та виділяють шкідливі для людини пари та газу;
- Не вмикати всі прилади одночасно, коли світло з'явиться.

7.2 Технічні заходи

Ризик аварійних відключень електроенергії зростає, тож необхідно оснастити підприємство аварійним освітленням.

Якщо аварійне освітлення на підприємстві несправне або відсутнє, придбайте або візьміть в оренду автономні джерела резервного (безперебійного) живлення:

					<i>KPM.П.ОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
						67
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- дизельні електростанції;
- генератори — газові, дизельні або бензинові;
- акумуляторні батареї;
- сонячні батареї тощо.

Якщо підприємство вимагає постійного гарантованого електропостачання і перерви для нього неприпустимі, встановіть пристрої автоматичного введення резерву. Вони відновлять електропостачання, якщо електроенергія не надходить із зовнішньої мережі живлення.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

Література

1. Гавва, О.М. Пакувальне обладнання [Текст]. В 3 кн. Кн. 1. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 435с.
2. Ватренко, О.В. Етапи зміни навантажень в гвинтових затворах скляної тари [Текст] / О.В. Ватренко, А.Ю. Шендеровский // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 189-192.
3. Ватренко, О.В. Герметизація скляної тари [Текст] / О.В. Ватренко, А.Ю. Шендеровский, О.К. Гладушняк // Упаковка. – 2003. – №3. – С. 28-29.
4. Ватренко, О.В. Мембрани кришок консервної скляної тари (Обґрунтування їх роботи) / О.В. Ватренко // Упаковка. - 2014. - №6. - С.26-29.
5. Ватренко, О.В. Аналіз роботи мембран кришок консервної скляної тари / О.В. Ватренко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Техн. науки. - 2014. - Вип. 2(85). – С. 142-148.
6. P. Frank Pai. (April 2007) Total-Lagrangian Formulation and Finite-Element Analysis of Highly Flexible Plates and Shells. *Mathematics and Mechanics of Solids*, vol. 12, no. 2, 213-250.
7. Ватренко, О.В. Моделювання роботи мембран вакуумних кришок: прогин, товщина / О.В. Ватренко // Наук. пр. ОНАХТ. – О., 2015. – Вип. 48. С. 150-154.
8. Руководство по обработке крышек Твист-офф: [пер. с нем.] / Silgan White Cap. – Hannover, 2006. – 42с..
9. Ватренко, О.В. Дослідження форм рівноваги мембран вакуумних кришок енергетичним методом теорії пластин і оболонок / О.В. Ватренко, К. С. Семененко // Матеріали доповідей XX Наук.-практ. конф. молодих вчених «Новітні технології пакування», К., 2021 р. – С. 18-20. – (Додаток до часопису “Упаковка”. – 2021. – № 3).
10. Plates and shells: theory and analysis, fourth edition / Ugural A. – CRC Press, Taylor & Fransis group, London, New York, 2018.

11. Theories and application of plate analysis: Classical, Numerical and Engineering Methods / Szilard R. – John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, 2004.

12. Schiester S. (2018), A new twist, *Compact steel*, 01, p. 22.

13. Theory and analysis of elastic plates and shells, second edition / Reddy J. – CRC Press, Taylor & Fransis group, London, New York, 2007.

14. Thin plates and shells: Theory, analysis and applications / Ventsel E., Krauthammer T. – Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 2001.

					<i>KPM.ПотаЕМ.1.602-03.1.2.3</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		