

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет

Кафедра ПО та ЕМ



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: Вплив тривалості зберігання продукції на стан системи  
закупорювання скляної тари

Здобувача Шпака С.О.

2-го курсу групи МТП-761а

Керівник проф. Ватренко О. В.

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р., протокол № \_\_\_\_.

Завідувач кафедри ПОтаЕМ

О.Г. Бурдо

Одеса – 2023



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

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-9	проф. Ваїренко О.В.	01.09.2023	14.09.23
10	к.т.н. Велюдов О.М.		

7. Дата видачі завдання 01.09.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Критичний огляд літератури. Класифікація систем замуртовання. Загальний план замуртованої машини.	01.09 - 11.09	
2.	Технологічні лінії у омертвієнні. Опис процесу відкриття сайдсету. Фрідг стенду. Стенд-бач вайрлес.	12.09 - 20.09	
3.	Опис експериментальної установки. Методика визначення коефіцієнту тертя. Здача протоколів вайрлес.	21.09 - 10.10	
4.	Методика визначення коефіцієнту тертя в шпінці. Визначення критеріїв зручності в процесі збуксування.	11.10 - 16.11	
5.	Охорона праці. Оформлення роботи та рецензування.	17.11 - 10.12	

Здобувач-дипломник

Сидор

підпис

Керівник роботи

Вайт

підпис

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

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

Здобувач-дипломник

Сидор Мілан С.

підпис

## Зміст

	Реферат	3
	Вступ	4
1.	Критичний огляд літератури та патентів	6
2.	Класифікація систем закупорювання скляної тари	28
3.	Технологічні лінії консервування рослинної сировини	34
4.	Теоретичний опис процесу відкриття скляної тари	37
5.	Опис експериментальної установки	40
6.	Методика визначення коефіцієнту тертя в ущільненні затвору	42
7.	Методика визначення коефіцієнту тертя в нарізці затвору	44
8.	Визначення коефіцієнтів тертя в затворі, на витку нарізки та критерію герметизації скляної тари в процесі зберігання продукції	46
9.	Висновки	53
10.	Охорона праці	54
	Література	62
	Додатки	

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вплив тривалості зберігання продукції на стан системи закупорювання скляної тари</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Шпак</i>						
<i>Перев.</i>		<i>Ватренко</i>					2	63
<i>Н. Контр.</i>						<i>ОНТУ МТП-761а</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Бурдо</i>						

## Реферат

В магістерській роботі наводиться силовий та математичний аналіз процесу відкриття скляної тари типу III та системи Твіст-офф. Для оцінки стану системи закупорювання під час зберігання продукції використано критерій надійності герметизації скляної тари, який раніше використовувався для аналогічної оцінки в кінці процесу закупорювання.

Експериментальним шляхом визначено коефіцієнти тертя в ущільненні та в нарізці затвора під час відкриття тари, тобто в процесі зберігання продукції. Дані коефіцієнти тертя необхідні для визначення критерію надійності герметизації скляної тари під час зберігання продукції. Дослідження показали, що коефіцієнти тертя змінюють свої значення порівняно з процесом закупорювання.

Досліджено як і за рахунок чого змінюється герметизація затворів після теплової обробки продукції. Зокрема як процес стерилізації продукції впливає на характер контакту в ущільненні затвору. Виконано порівняння величини критерію на різних етапах перетворень в затворах скляної тари яке показало, що герметизація затворів після стерилізації консервів загалом покращується.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						3
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

Основна частина консервованої продукції, представленої на ринку України, фасована у скляну тару типу III. Термін зберігання консервованої продукції, гарантований системою закупорювання Твіст-офф (ТО) та типу III, складає в середньому два роки. Якість консервованої продукції залежить від ряду чинників, таких як поживність і корисність для здоров'я людей, органолептичні властивості. Збереження цих чинників на належному рівні в процесі зберігання та транспортування продукції гарантується системою закупорювання.

Скляна тара типу III відкривається вручну. Нерідко відкриття тари супроводжується певними ускладненнями через необхідність докладання значних зусиль. В окремих випадках навпаки – тара відкривається занадто легко, що може викликати деякі сумніви у захисних властивостях системи закупорювання. Міцність утримання кришки на горловині банки пов'язана з глибиною вакууму в тарі, силами тертя в затворі, які виникають під час відкриття тари, та напруженим станом затвору. Її можна визначити шляхом вимірювання величини крутного моменту відгвинчування кришки. На величину моменту відгвинчування впливають різні за своєю природою фактори.

Досвід застосування систем закупорювання ТО та типу III в Україні показав, що ці системи мають певні недоліки. Проблеми виникають на консервних заводах – це нерегламентована пластична деформація кришок затворів в процесі закупорювання. Вона призводить до зниження міцності утримання кришок на тарі, аж до розгерметизації упаковки. Ця проблема загострюється із зменшенням товщини жерсті.

У більшості випадків пластична деформація кришок, яка полягає у розгинанні нарізних упорів, є прихованою і візуально помітити її важко. В результаті, якщо упори розігнуті ступінь безпеки закупорювання зменшується і кришка утримується на горловині тари головним чином за рахунок вакууму в

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						4
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

упаковці. Через це в період транспортування продукції, а також після термічної обробки, значно збільшується відсоток розгерметизації тари.

Загалом цей напрямок досліджень пов'язаний з удосконаленням технологій пакування, що забезпечують тривалий термін зберігання високої біологічної цінності продуктів харчування.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

## 1. Критичний огляд літератури та патентів

Найдовше серед існуючих систем закупорювання скляної тари в Україні використовується система типу I, відома також під назвою СКО (скляна консервна обкатна). Кришки типу I є аналогом кришок “Анкор Кеп”, які є американською розробкою кінця 20-х років минулого сторіччя. Ними закупорюються банки типу I згідно. Затвор типу I зображено на рис. 1. Кришки виготовляють з білої лакованої жерсті товщиною 0,17...0,22 мм. Як герметизуючі 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.

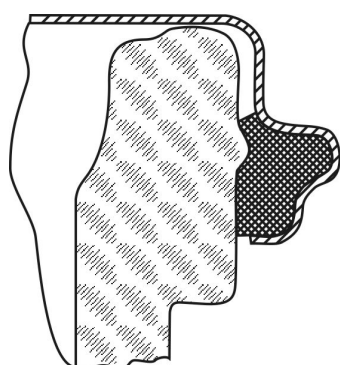


Рис.1. Затвор типу I.

Через це у світі вона вже давно не використовується. Та незважаючи на ці обставини вона усе ще досить широко використовується багатьма консервними підприємствами України та країн СНД, особливо невеликими, на яких функціонує застаріле технологічне обладнання, а також населенням цих країн для консервування у домашніх умовах.

Головною перевагою упаковки типу I 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 I дозволяє здійснювати високотемпературну теплову обробку харчових продуктів до 135°C. Проводилися дослідження, пов'язані зі спробами здійснення самовакуумізації затвора типу I шляхом просікань на

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

периферійній частині поля кришок. На цьому переваги системи типу I закінчуються .

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

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						7
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

куумізації 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 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.

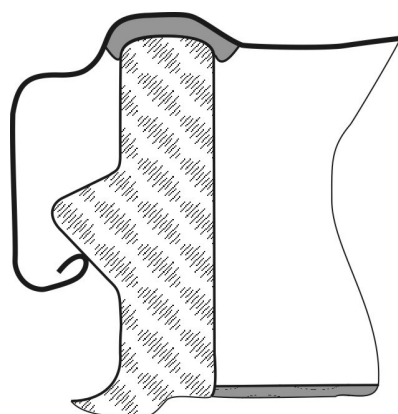
Недоліки виробництва кришок типу I є наслідком комплектуючих складальних операцій, оскільки кришка типу I є складальною одиницею, яка складається з металевго корпусу та гумового кільця. Через труднощі автоматизації процесу комплектації кільцями корпусів кришок використання гумових кілець є нетехнологічним.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

Конструктивні недоліки кришок типу I полягають у незахищеності, вирізаній 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.

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

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

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. 2. Зараз кришки типу



*Рис. 2. Затвор системи ТО.*

III в Україні виготовляють

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

При цьому необхідно зазначити, що світова тенденція у виробництві

пакувальних матеріалів для харчової промисловості спрямована на зменшення їх товщини та маси. Цим вирішуються завдання зниження рівня споживання матеріальних ресурсів, зменшення собівартості виробів, зменшення згубного впливу використаної упаковки на зовнішнє середовище.

Бурхливий розвиток виробництва та використання таропакувальних виробів різко загострив екологічні проблеми. Адже після використання упаковка перетворюється на сміття, чим ускладнює і без того нелегку екологічну ситуацію. У країнах Європейського союзу все більше уваги приділяється екологічним вимогам Там діє Спільна Директива Європейського парламенту та Ради Європи 94/62/ЄС від 20/12/1994 “Про упаковку та відходи упаковки”. Подібний законопроект тривалий час знаходиться у Верховній Раді України.

Іншими словами, перед Україною, як і перед усім світом, стоїть завдання мінімізації упаковки. Цього можна досягти, наприклад, шляхом зменшення товщини пакувальних виробів, що можна здійснити завдяки зміні їх конструкції, модернізації технології виробництва або використанням матеріалів з поліпшеними якістьми.

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.

Стан ускладнюється надзвичайно вузьким асортиментом виробництва білої жерсті в Україні, невисокою якістю та малими його обсягами. При цьому виробництво жерсті параметрів необхідних для сучасного виробництва жерстяних виробів відсутнє взагалі і її на 100% доводиться імпортувати з-за кордону. І це незважаючи на розвинену металургійну промисловість.

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. Переваги асортименту типорозмірів затворів полягають у тому, що він 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

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

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 та звукового контролю герметичності упаковки.

Крім широкого асортименту типорозмірів затворів більшість кришок кожного типорозміру має свій власний асортимент варіантів виконання під певний типорозмір тари. Це розширює їх функціональні й естетичні властивості та робить більш економічними.

Переваги виробництва кришок пов'язані з застосуванням в якості герметизуючої прокладки об'ємного покриття з пластизолю. Взагалі застосування герметизуючих 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.

Однак досвід застосування систем ТО та типу III в Україні показав, що обидві вони також мають певні недоліки. Проблеми виникають на переробних, зокрема консервних підприємствах і пов'язані вони з загальними недоліками системи ТО та її аналогів. Це, по-перше, нерегламентована пластична деформація кришок в процесі закупорювання. Вона призводить до зменшення міцності утримання кришок на банках, у вигляді “несправжнього закупорювання”, або їх розгерметизації, шляхом зривання кришок з горловини. По-друге, налагодження закупорювальних машин здійснюється методом підбору необхідної величини вертикального зусилля механізму закупорювання для кожного типорозміру затвора, що знижує точність налагодження та збільшує його тривалість. Ці проблеми загострюються зі зменшенням товщини жерсті.

В більшості випадків пластична деформація кришок, яка полягає у розгинанні нарізних упорів, є прихованою (“несправжнє закупорювання”) і візуально помітити її досить важко. В результаті, якщо упори розігнуті ступінь

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

безпеки закупорювання зменшується і кришка тримається на горловині головним чином за рахунок вакууму. В результаті в період транспортування продукції у штабельованому вигляді, а також після її термічної обробки, значно збільшується відсоток розгерметизації тари.

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. 3. В Україні кришки системи ПТ не виготовляються. Банки цієї системи в Україні можуть виготовлятися.

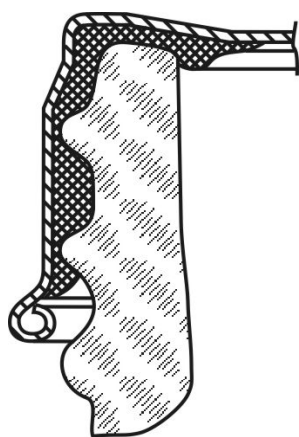


Рис. 3. Затвор системи ПТ.

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 розігривається парою для пом'якшення ущільнювальної прокладки. Банка з продуктом входить у парову камеру закупорювальної машини де з її

Кришка системи ПТ має металевий корпус із білої жерсті товщиною 0,13...0,15 мм. Як герметизуюча 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

незаповненого об'єму видаляється повітря. Банка горловиною знімає розігріту кришку і вводиться під закупорювальну платформу, яка натискаючи зверху на кришку напрусовує 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 дозволяє 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", вона зображена на рис. 4.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

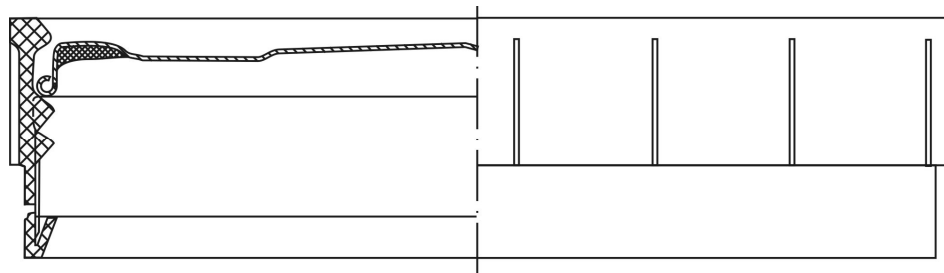


Рис. 4. Кришка системи “Айдиал кложе”.

Інновацією цієї кришки є поєднання металевого диска з поліпропіленовою 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. 4 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 пас-

теризацією 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. 5. Кришка має металевий корпус з ущільнювальною прокладкою з пластизолу. Кришка герметизує вінець горловини по торцевій поверхні.

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.

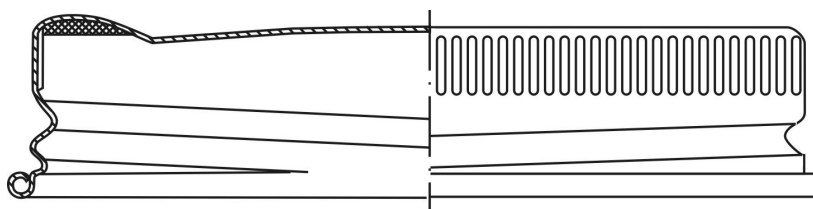


Рис. 5. Кришка системи “Континьюес шред”.

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. Після повного споживання упакованої продукції кришку можна повторно використати для закупорювання банки з новою продукцією.

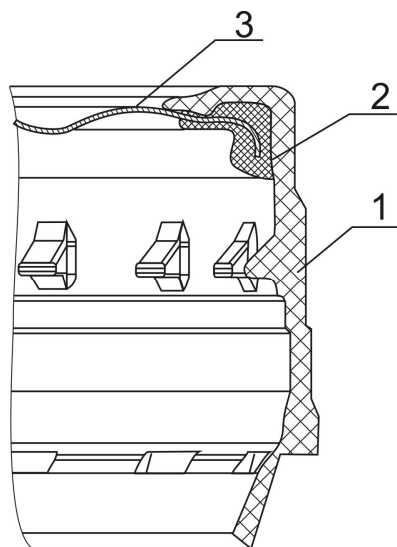


Рис. 6. Кришка системи “Бенд-гард”.

Останньою розробкою фірми “Silgan White cap” є комбінована кришка системи “Бенд-гард” (надалі БГ) [52], рис. 6. Кришка БГ є удосконаленою модифікацією кришки ПТ, яка поєднує переваги металевих та пластикових кришок. Кришка складається з металевого диску 3 з білої емальованої жерсті та поліпропіленового корпусу 1 з відривним перфорованим кільцем. Ущільнювальна прокладка 2, яка розташована по периферії диску, не містить ПВХ.

Спосіб закупорювання та відкриття, ущільнення горловини тари аналогічні затвору системи ПТ. Асортимент продукції, що закупорюється – 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 додатковою перевагою є те, що її ущільнювальна прокладка не містить ПВХ.

До продуктів, які не вимагають додаткової теплової обробки після закупорювання 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 закупо-

рування. 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. 7 та 8. Горловина банки під ці кришки має спрощений вінець з кеглеподібним буртиком. Конструктивно ці кришки є комбінацією металу та пластика.

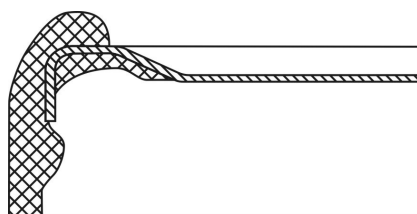


Рис.7. Кришка системи “Пресон”.

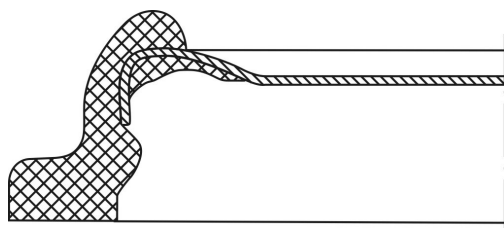


Рис. 8. Кришка системи “Пресон h”.

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. 8.

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 та складність виробництва, пов’язана з комбінацією метала та пластика, яка позначається на їх вартості.

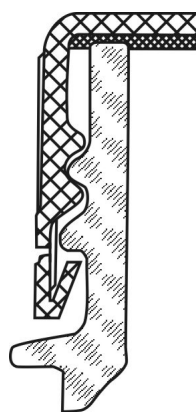


Рис. 9. Затвор системи ПТП.

Фірма “Silgan White cap” пропонує кришки “Пласті-твіст плас” (надалі ПТП), вони 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. 9. 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 чотирихідною нарізкою.

Закупорювання здійснюється гвинтовим способом, шляхом нагвинчування кришки на вінець горловини тари на паровакуумних машинах як лінійного так і карусельного типів. Кришка тримається на пляшці 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. 10. 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.

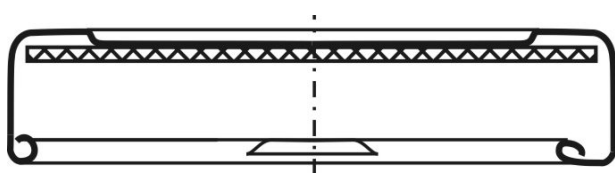


Рис. 10 Кришка системи “Флекс”.

Кришка “Флекс” є альтернативою іншим кришкам для закупорювання сухих, порошкоподібних та кондитерських продуктів без застосування вакууму. 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.

У роботах д.т.н. Ватренка О.В. здійснено аналітичне дослідження процесу закупорювання, математично описано основні етапи зміни навантажень в затворах та розроблено математичну модель, яка відображає зусилля в ущільненні затвора в кінці процесу закупорювання.

На рис. 11 зображено фізичну схему загвинчування кришки на машині пасового типу та розподіл зусиль на третій стадії перетворень в затворі. На схемі показано вертикальне зусилля  $N$  закупорювальної платформи і створена ним сила тертя  $F$  між закупорювальними пасами та кришкою. В результаті виникає момент тертя, завдяки якому кришка загвинчується на горловині

банки. Показано герметизуюче зусилля  $T$ , яке виникає коли нарізні упори кришки упираються у витки нарізки банки.

Велична герметизуючого зусилля в затворі залежить від сил тертя між закупорювальними пасами і кришкою. Інші сили тертя, які впливають на створене в затворі герметизуюче зусилля, діють на поверхнях контакту кришки з вінцем горловини тари. Це поверхні тертя в затворі: в нарізці та в ущільненні. Отже момент загвинчування кришки, прикладений з боку пасів, обумовлює дію моментів тертя в нарізці та в ущільненні. Тоді момент загвинчування кришки

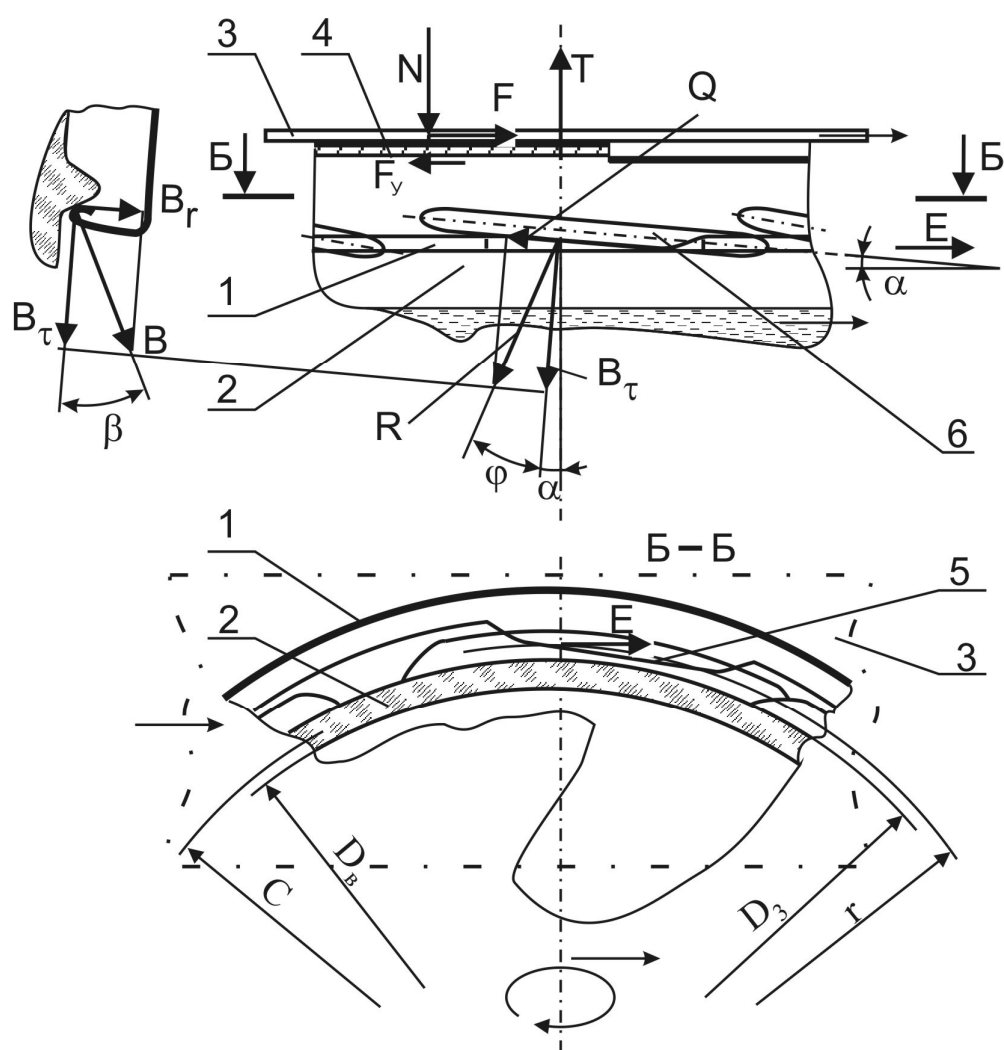


Рис. 11. Схема загвинчування кришки: 1 – кришка; 2 – горловина ємності; 3 – закупорювальний пас; 4 – ущільнювальна прокладка 5 – нарізний упор; 6 – виток нарізки ємності.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$M_z = M_n + M_y, \quad (1)$$

де  $M_n$  – момент тертя в нарізці затвора;

$M_y$  – момент сил тертя в ущільненні затвора.

У вигляді рівняння (1) маємо математичну модель нарізного затвора. Розглянемо момент тертя в нарізці затвора. З аналізу сил тертя, що діють у звичайних нарізках, та їх впливу на зусилля затягування відомо, що існує нерівномірність навантаження окремих витків нарізки. У випадку з затворами типу III слід зазначити, що вони можуть мати три-, чотири-, шести- та восьмихідні нарізки, які мають неповні витки. Витки будь-якої з цих нарізок практично не перекривають один одного, тому загальна довжина неповних витків нарізки вінця будь-якої банки складає близько одного повного витка однохідної нарізки. Тому, для обчислення моменту тертя в нарізці прийняли умову, що нарізні горловини скляної тари мають один виток нарізки, тому визначали момент тертя для одного витка.

Сили тертя, що діють на елемент нарізного упора кришки під час взаємодії з нарізкою банки, зображено на рис. 11. Момент тертя в нарізці виникає від окружної сили  $E$ , прикладеної по дотичній до окружності середнього діаметра нарізки. Під дією зусилля затягування елемент упора кришки притискається до витка нарізки банки з нормальною силою  $B$ . На цей же елемент упора діє сила  $E$ .

На поверхні контакту упора кришки і витка нарізки банки, протилежно напрямку загвинчування, діє сила тертя  $Q$ . Розкладемо нормальну силу  $B$ , що діє на елемент упора, на такі складові:  $B_t$  – дотичну до поверхні циліндра, діаметр якого дорівнює середньому діаметру витків нарізки банки, та  $B_r$  – перпендикулярну до осі банки.

Сила  $R$  це рівнодійна складової нормальної сили  $B_t$  та сили тертя  $Q$ . Кут підйому витків нарізки банки  $\alpha$ . Отже, кут між  $B_t$  і  $T$  також  $\alpha$  – як суміжний. Сила тертя  $Q$  відхиляє рівнодійну  $R$  системи зовнішніх від норми на кут тертя  $\varphi$ . Під дією прикладних сил елементи затвора знаходяться у рівновазі. З

					<i>KPM.ПотаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
						21
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

умови рівноваги вираз для визначення дотичної сили  $E$ , потрібної для затягування затвора

$$E = T \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha), \quad (2)$$

де  $\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)$  – коефіцієнт тертя в нарізці;

$\varphi$  – зведений кут тертя у витках нарізки;

$\alpha$  – кут підйому витків нарізки.

Тоді момент тертя в нарізці затвора визначається як

$$M_n = T \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) \cdot r, \quad (3)$$

де  $r$  – середній радіус витків нарізки банки.

Момент сил тертя в ущільненні затвора характеризується тертям між ущільнювальною прокладкою кришки і торцевою поверхнею вінця банки.

Сила тертя в ущільненні визначається як

$$F_y = T \cdot \mu, \quad (4)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя ущільнювальної прокладки кришки по торцевій поверхні вінця банки.

Тоді момент сил тертя в ущільненні затвора

$$M_y = T \cdot \mu \cdot \frac{D_3 + D_6}{4}, \quad (5)$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр торцевої поверхні вінця банки;

$D_6$  – внутрішній діаметр торцевої поверхні вінця банки.

Разом з цим, момент загвинчування кришки виникає в результаті контакту закупорювальних пасів з кришкою. Внаслідок їх взаємодії виникає момент тертя  $M_n$ , створений пасами. Тому

$$M_3 = M_n. \quad (6)$$

Момент тертя, створений пасами, знайдемо з залежності

$$M_n = F \cdot c, \quad (7)$$

де  $F$  – сила тертя закупорювальних пасів по зовнішній поверхні кришки;

$c$  – плече сили  $F$ . Воно відповідає середньому радіусу кільцевого каналу

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						22
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

для ущільнювальної прокладки, із зовнішньою поверхнею якого контактують паси.

Сила тертя  $F$  створюється в результаті взаємодії пасів закупорювальної платформи та кришки, отже

$$F = N \cdot k, \quad (8)$$

де  $N$  – вертикальне зусилля закупорювальної платформи;

$k$  – коефіцієнт тертя пасів по кришці.

Момент тертя, створений пасами, дорівнює

$$M_n = N \cdot k \cdot \frac{D_3 + D_6}{4}. \quad (9)$$

Після підстановки в рівняння (1) вирази (3), (5) та (9) та перетворень, одержимо формулу для визначення зусилля герметизації в затворі

$$T = \frac{N \cdot k \cdot \frac{D_3 + D_6}{4}}{r \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) + \mu \cdot \frac{D_3 + D_6}{4}}. \quad (10)$$

В роботах д.т.н. Ватренка О.В. процес виробництва упакованої в скляну тару харчової продукції розділено на етапи зміни навантажень в затворі, чітко встановлено на яких етапах відбувається пластична деформація кришок, який з етапів є найбільш небезпечним та з яких причин, надана математична характеристика кожного з етапів та визначено найбільш небезпечне зусилля.

Зі схеми на рис. 11 видно, що сили, які діють перпендикулярно або майже перпендикулярно до осі банки, наприклад,  $Q$  або  $B_r$ , на відгинання упора не впливають і ними можна знехтувати. Зусилля  $B_r$  є до певної міри корисним, оскільки діє на циліндричну частину кришки у радіальному напрямку і запобігає (поряд з вакуумом) її само відгвинчуванню, тобто гальмує обертання кришки.

На першому етапі банка з кришкою знаходиться під закупорювальною платформою машини. На цьому етапі послідовно здійснюються: протискування ущільнювальної прокладки та затягування затвора. Після закінчення затягування банка ще деякий час знаходиться під платформою, щоб гаранту-

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.2.1</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

вати наявність натягу в затворі.

На дузі обертання кришки, яка відповідає деформуванню прокладки та ущільненню затвора, рівній близько  $16^\circ$ , торцева поверхня вінця банки заглиблюється в розігріту ущільнювальну прокладку кришки на глибину близько  $0,2 \dots 0,5$  мм. Сила  $N$  для окремої банки є сталою в процесі загвинчування. Оскільки заупорювальні та бокові паси машини рухаються зі сталою швидкістю, то заглиблення вінця горловини банки в прокладку кришки також відбувається зі сталою швидкістю. Інерційними зусиллями при загвинчуванні нехтували у зв'язку з малими швидкостями обертання та масою кришки. Отже, під дією прикладених сил затвор знаходиться у стані рівноваги.

Затвор на першому етапі зображено на рис. 12. Сума проекцій усіх сил на вертикальну вісь складе:

$$N + B_r \cdot \cos\alpha = T,$$

де  $T$  – герметизуюче зусилля в затворі в кінці затягування та в період, коли затвор повністю сформувався, але банка ще не вийшла з-під платформи.

Оскільки кути підйому витків нарізок  $\alpha$  тари системи ТО та її аналогів є малими, так для тари, що використовується в Україні не перевищують  $5^\circ$ , то множником  $\cos\alpha$  знехтуємо. Тоді рівняння, яке математично описує перший етап навантажень в затворі матиме вигляд

$$N + B_r \approx T, \quad (11)$$

Складова  $B_r$  з рівняння (11) виникає в період затягування, тобто на останніх  $3 \dots 4^\circ$  повороту кришки, коли нарізні упори входять в контакт з витками нарізки банки і кришка припиняє обертатися (якщо упори пластично не деформуються).

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24





$$U + B_{\tau 2} \approx T_2, \quad (13)$$

де  $T_2$  – герметизуюче зусилля в затворі по завершенні процесу стерилізації харчової продукції, коли в упаковці утворився кінцевий вакуум.

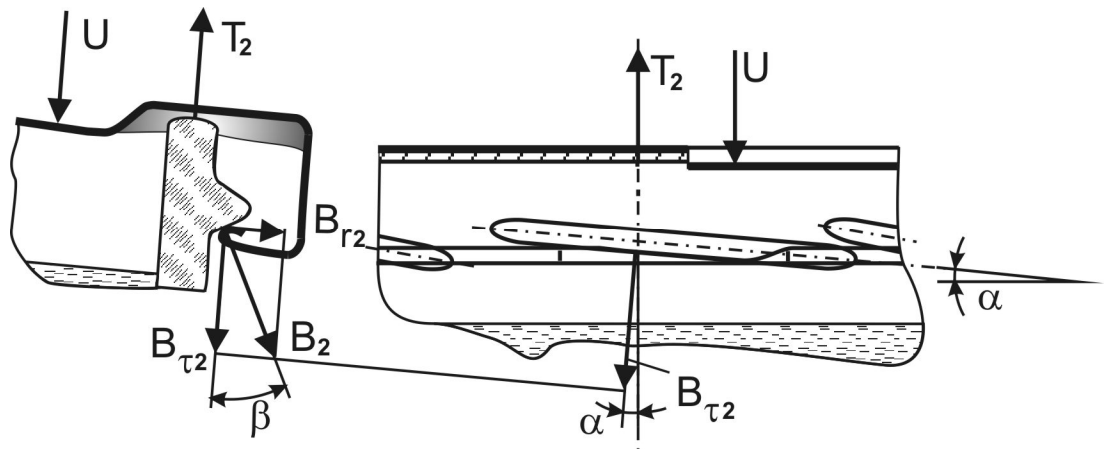


Рис. 14. Третій етап зміни навантажень в затворі.

В результаті проведеного аналізу встановлено, що найбільш небезпечним є перший етап навантажень. А саме, остання стадія перетворень в затворі, коли упори кришки, увійшовши у контакт з витками нарізки банки, починають пружно деформуватися одночасно з прокладкою і кришкою, досягнувши певного натягу, припиняє обертання, хоча банка ще не вийшла з-під закупорювальної платформи, паси якої продовжують контактувати з кришкою. Отже, якщо в момент затягування упори кришки починають пластично деформуватися, закупорювальна платформа, продовжуючи обертати кришку, збільшуватиме їх пластичну деформацію, сприяючи виникненню “несправжнього закупорювання”, аж до зривання кришки з витків нарізки банки.

В роботах д.т.н. Ватренка О.В. також визначено умови механічної подібності напружених станів затворів системи ТО на базі яких введено критерій герметизації затворів. Отримано значення критерію на 1-му, найбільш небезпечному етапі.

Проте процес відкриття тари детально не досліджувався. Теоретичного опису та визначення стану герметизації системи закупорювання в процесі зберігання та транспортування продукції, порівняння його з початковим станом, досягнутим в процесі закупорювання, не проводилось.

## 2. Класифікація систем закупорювання скляної тари

Класифікація складається з декількох рівнів, деякі з них деталізовано за підрівнями. За рівнями системи закупорювання класифіковано наступним чином: за призначенням, за матеріалами та конструкцією, за способом закупорювання, за ущільненням вінця горловини склотари, за способом відкриття та безпекою відкриття.

За призначенням системи закупорювання розділені на три групи, відповідно до можливих варіантів поводження з упакованою в скляну тару продукцією: для продуктів, що стерилізуються; для продуктів, що пастеризуються; для продуктів без додаткової теплової обробки.

Виходячи з конструкції та пакувальних матеріалів закупорювальних засобів системи закупорювання розділено на металеві, пластикові, з природних матеріалів та комбіновані. В свою чергу залежно від умов закріплення ущільнювальної прокладки закупорювального засобу – деталізовано на підрівні.

Так до металевих відносяться системи ТО, типу I, ПТ та інші. Кришки до них мають корпус з білої, чорної або хромованої жерсті, інші можуть мати корпус з алюмінію та його сплавів. В усіх випадках метал вкривається захисним покриттям згідно встановлених вимог. На підрівні вони класифікуються як системи з ущільнювальними прокладками у вигляді окремих деталей, наприклад, типу I з гумовими кільцями або “Флекс” з комбінованим диском, та у вигляді об’ємного покриття, наприклад, типу III та ПТ, з прокладками з пластизолю.

До пластикових систем відносяться такі, закупорювальні засоби до яких виготовлені з синтетичних полімерів, наприклад, ПТП, натискні поліетиленові кришки, винні корки зі спіненого поліетилену, корки-дозатори типу “Гуала” та інші. Кришки до них мають повністю пластиковий корпус і виготовлені з дозволених до контакту з харчовими продуктами марок поліпропілену, поліетилену або іншого пластику. На підрівні вони класифікуються як систе-

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						28
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ми з ущільнювальними прокладками у вигляді окремої деталі, яка для покращення герметизації може бути виготовлена з більш м'якого пластика, наприклад, система ПТП, та з ущільнювальними елементами, які є частиною самого корпусу, наприклад, циліндрична поверхня у винного корка зі спіненого полімеру.

До систем з природних матеріалів відносяться головним чином системи, корки до яких мають корпус з кори коркового дуба (натуральні) або агломеровані для вузькогорлих пляшок, а також натуральний віск для закупорювання у виноробстві. На підрівні вони класифікуються як системи з ущільнювальними елементами, які є частиною самого корпусу, наприклад, циліндрична або конічна поверхня винного корка.

До комбінованих відносяться систем з кришками АК, "Пресон", натуральні корки у поєднанні з пластиковою головою, для закорковування коньяків, та інші. Конструктивно вони є комбінацією пластикових частин з металевими, дерев'яними або з інших матеріалів. На підрівні вони класифікуються як системи з ущільнювальною прокладкою у вигляді об'ємного покриття, наприклад, АК з пластизолевою прокладкою, ущільнювальними елементами як єдина деталь, наприклад, "Пресон" з ущільнювальним елементом по формі торцевої поверхні вінця банки, та з ущільнювальними елементами, які є частиною самого корпусу, наприклад, як циліндрична поверхня коньячного корка з пластиковою головою.

Виходячи зі способу закупорювання слід зазначити, що для герметичного закупорювання скляної тари необхідно певною мірою деформувати закупорювальний засіб. Твердість ущільнювальної прокладки завжди менша ніж твердість корпусу, а ущільнювальний елемент має конструкцію, яка дозволяє йому легко деформуватись, або він розташований у місці найсприятливішому для герметизації затвора. На сьогодні більшість систем закупорювання для консервної склотари є металевими, тому в процесі закупорювання може виникати два види деформації корпусу кришки – пружна та пластична. Пластикові, комбіновані, а також засоби з природних матеріалів можуть під-

даватись лише пружній деформації, за винятком металевих частин комбінованих.

Виходячи з контексту даної роботи нас більше цікавлять системи для консервної склотари. Пружне деформування означає, що елементи корпусу закупорювального засобу деформуються в межах зони пружності матеріалу, в якій матеріал наближено підпорядковується закону Гука, тобто після зняття навантаження на корпус його деформовані елементи повертаються у положення близьке до початкового. Пластичне деформування означає, що елементи кришки деформуються поза межами закону Гука, тобто відбувається незворотна деформація елементів корпусу.

В межах пружного деформування закупорювання здійснюється гвинтовим або натискним способами. Гвинтовим способом закупорюються затвори систем ТО, ПТП, “Флекс”, КШ та інші, натискним – систем ПТ, БГ, “Пресон”, з натуральним корком, в останньому випадку цей спосіб називають також ударно-забивним, та інші. В межах пластичного деформування закупорювання здійснюється обкатним або обтискним способами. Обкатним способом закупорюються затвори систем типу І, алюмінієвий гвинтовий ковпачок та інші, обтискним – затвори систем “Єврокап”, кронепробка, “Максі-краун” та інші.

За ущільнення вінця горловини тари системи закупорювання розділені на чотири групи: з боковим ущільненням – система типу І, кришки поліетиленові натискні та інші; з торцевим ущільненням – системи ТО, АК, “Флекс” та інші; з внутрішнім ущільненням – корки для винних пляшок та інші; з комбінованим ущільненням – системи ПТ, БГ та інші.

За способом та безпекою відкриття упаковки системи закупорювання розділені на дві групи: такі, що відкриваються без інструмента, та такі, що відкриваються за допомогою інструмента. Металеві, які передбачають пружне деформування корпусу кришок в процесі закупорювання, комбіновані, полімерні та деякі системи з природних матеріалів, відкриваються без інструмента, наприклад, системи ТО, ПТ, АК, ПТП, з корками для шампанських пляшок (з коркового дуба та поліетиленові), “Пресон h” та інші. Металеві сис-

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						30
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

теми, які передбачають пластичне деформування корпусу в процесі закупорювання, крім алюмінієвого гвинтового ковпачка та кроненпробок на нарізному вінцю пляшки, та деякі системи з природних матеріалів, знімаються за допомогою спеціальних інструментів (ключів, штопорів та інших) або простого важіля, наприклад, кришки систем типу I, “Єврокап”, корки для винних пляшок, кроненпробки та інші.

Часто системи з засобами, які знімаються без інструменту, мають гарантійні пристрої для контролю початкового відкриття упаковки, які засвідчують цілісність упаковки, наприклад, відривні кільця в системах ПТП, АК, алюмінієвого гвинтового ковпачка, контрольні кнопки та декоративні ковпачки у системі ТО та інші. Слід мати на увазі, що подібні пристрої не гарантують справжності упакованого продукту, а захищають упаковку від несанкціонованого відкриття з метою попередження порушення її герметичності та крадіжки частини продукту.

Засоби, які знімаються за допомогою інструменту, як кришки типу I, кроненпробки, крім кроненпробок на нарізній горловині, та інші, під час зняття як правило деформуються, що помітно візуально, тому гарантійні пристрої їх системам закупорювання не потрібні і вони їх не мають.

Враховуючи безпеку відкриття скляної упаковки споживачем, системи, засоби до яких знімаються без інструменту, є безпечними, а системи, засоби до яких знімаються за допомогою інструменту, можуть бути як безпечними так і небезпечними. Річ у тім, що під час відкриття деяких видів упаковки, яка відкривається за допомогою інструменту, наприклад, типу I або кроненпробки, можливе руйнування вінця горловини тари, потрапляння битого скла в продукт та травмування розбитими краями тари, що створює небезпеку здоров'ю споживача. Через це зазначені системи є небезпечними. Інші системи, які відкриваються без допомоги інструменту, є безпечними і не створюють загрози споживачеві.

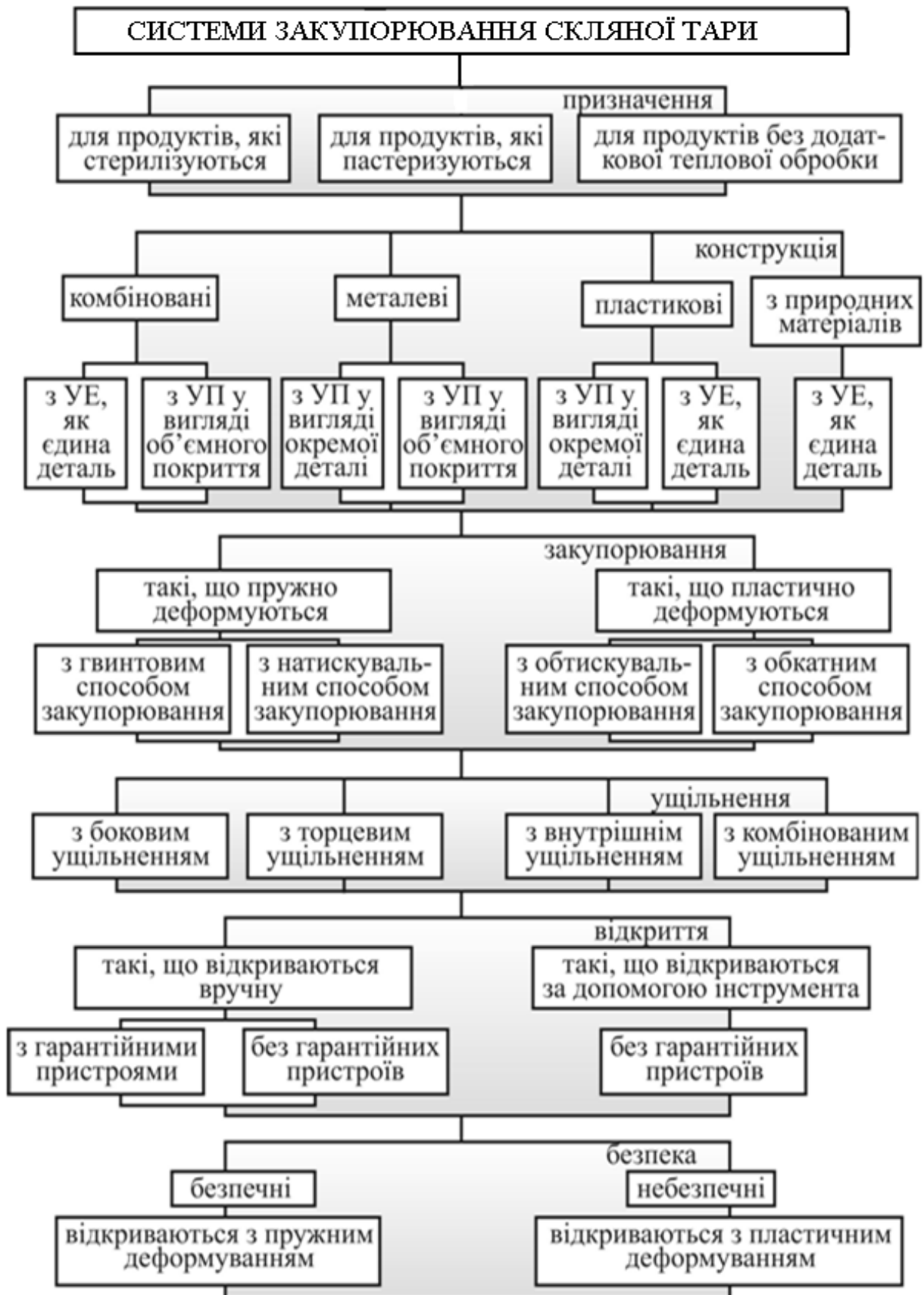


Рис. 2.1. Класифікація систем закупорювання скляної тари.

УЕ – ущільнювальний елемент; УП – ущільнювальна прокладка.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Зрозуміло, що безпечна упаковка, особливо та, що відкривається без допомоги інструменту, має більш високий споживчий попит ніж небезпечна і є більш привабливою для споживачів. Відповідно, загальносвітова тенденція використання скляної упаковки спрямована на перехід до безпечних систем закупорювання з відкриттям без допомоги інструменту. Класифікація закупорювальних засобів для скляної тари наведена на рис. 2.1.

З проведеного вище огляду та наведеної класифікації випливає, що однією з найбільш досконалих є система ТО та її аналоги. Це підтверджується тим, що саме вони вже витиснули або впевнено витискають із вжитку системи типу I, “Омнію”, “Єврокап” та “Прай-офф”]. І навіть такі сучасні та зручні системи закупорювання як АК, БГ або ПТ не можуть на рівних конкурувати системою ТО за співвідношенням ціни-якості.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

### 3. Технологічні лінії консервування рослинної сировини

#### Лінія виробництва пюреподібних консервів

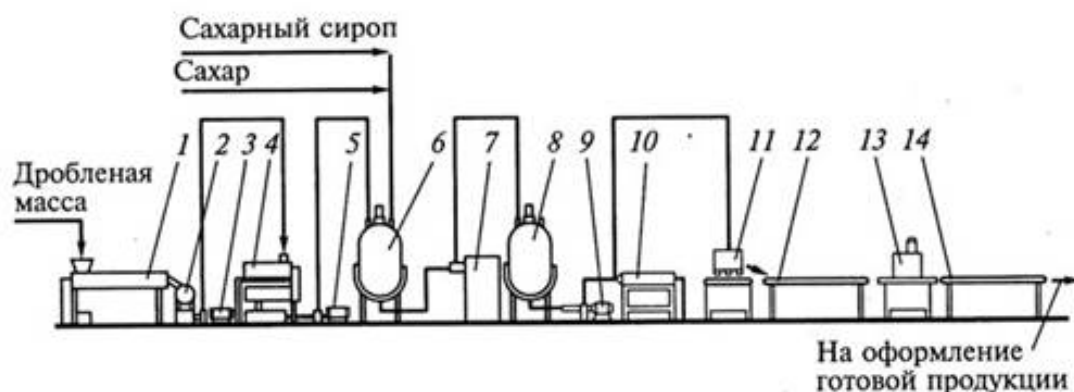


Рис. 9. Технологічна схема виробництва пюреподібних консервів: 1- розварювач; 2, 4 - протиральні машини; 3, 5, 9 - насоси; 6 – ємність зі змішувачем; 7 – гомогенізатор; 8 – деаератор; 10 – підігрівач; 11 – наповнювач; 12, 14 – конвеєри; 13 – закупорювальна машина.

У відповідності до ГОСТ 15849-89 на консерви плодови та ягідні для дитячого харчування, пюре натуральне з яблук, груш та суміші плодів повинні містити розчинених сухих речовин 10-12 %, органічних кислот (по яблучній кислоті) 0,2-0,6 %, пюре фруктові з цукром – розчинних сухих речовин до 14 % (яблучне) або до 24 % (чорносмородинове).

В асортимент пюреподібних консервів з тропічних плодів входять пюре з цукром з бананів, гуави, манго і папайї одного виду або в суміші з іншими пюре (алича, яблука).

Отримані суміші гомогенізують під тиском 15-17 МПа (для нектарів) і 12 МПа (для пюре). Гомогенізовані продукти деаерують при 35-40°C та залишковому тиску 6-8 кПа потім нагрівають до 80° і фасують.

Закупорені банки і пляшки з пюре і нектарами стерилізують в автоклавах при 100°C або в безперервно діючих пастеризаторах при 95°C. Креми і десерти відрізняються від фруктових пюре своїм складом та консистенцією. Креми виробляють з яблук або яблучного пюре з додаванням суничного, чорничного або чорноплідно-горобинового пюре, цукру та манної крупи.

Десерти роблять зі слив, яблук, чорної смородини, вишні або їх сумішей. До фруктової частини додаються крохмаль, цукор та молочна виворотка. При виготовленні десертів спочатку змішують пюре з цукром та підігрівають до 55-60°C, потім в підігрівач подають суміш кукурудзяного крохмалю з молочною сивороткою, попередньо підігрітою до 40°C.

Під час виготовлення плодово-ягідних кремів манну крупу попередньо змішують з цукром, потім подають підігрівач, куди попередньо вносять фруктову масу. Після змішування продукт подають на деаерацію та підігрів. Фасують гарячу масу в скляні банки ємністю 0,25 дм<sup>3</sup>, закупорюють та стерилізують в автоклавах. Креми стерилізують при 100°C на протязі 20 хв., десерти при 100°C на протязі 45 хв.

#### **Лінія консервування томатного соку.**

Лінія продуктивністю 4200 л/год складається з двох послідовно розташованих вентиляторних мийних машин Т1-КУВ-1 (рис. 1), роликового інспекційного транспортеру КТВ, гідролотка, дробарки 1Д12, збірника подрібненої маси, насосу, двох здвоєних вакуум-підігрівачів КТП-2, екстрактора 2П8-1м, збірника екстрагованого соку, збірника підігрітого соку, наповнювача рідких продуктів, закупорювальної машини, обладнання для стерилізації продукції.

Після миття, при переміщенні томатів транспортером 2 сировина за рахунок обертання роликів перевертається, що дозволяє здійснювати якісне сортування та інспекцію. Гідролоток 3 призначений для видалення відходів.

Проінспектована сировина ополіскується водою на похилій ділянці транспортера, після чого подрібнюється в дробарці 4. Подрібнена маса збирається в ємність 11, звідки перекачується насосом 7 у здвоєний вакуум-підігрівач 12 з вакуум-бачком 10, де нагрівається до температури 60-65°C для покращення віджиму соку в шнековому екстракторі 13. Лінія забезпечена резервним екстрактором для можливості безупинної роботи.

					<i>КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

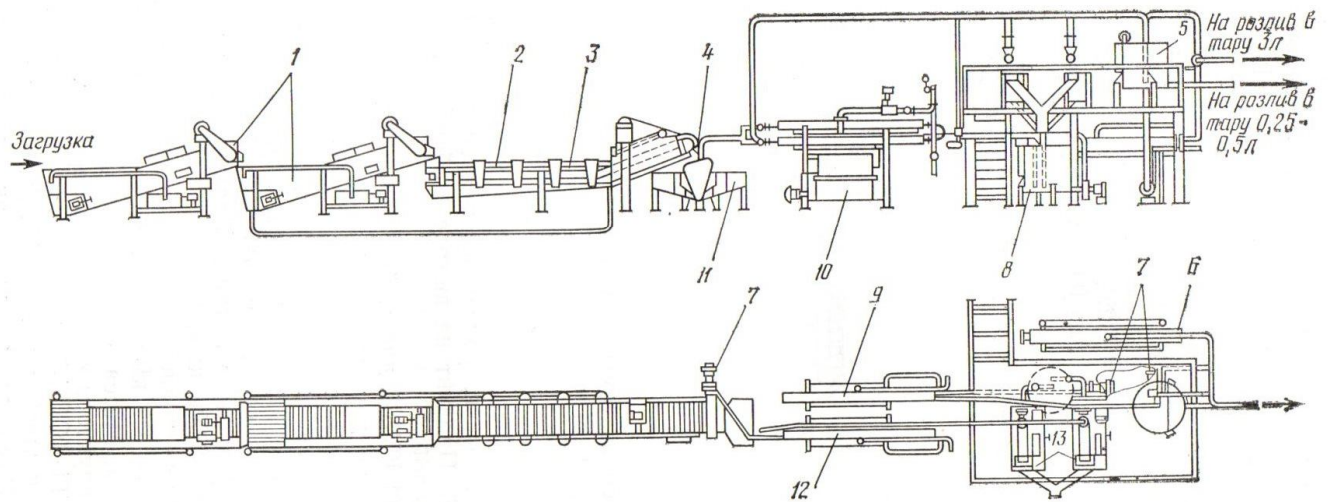


Рис. 1. Лінія консервування томатного соку.

Екстрактори розташовані на естакаді, тому віджатиий сік самоплином надходить у збірник 8 під естакадою. Збірник має поплавковий сигналізатор рівня. Сік зі збірника 8 перекачується насосом у здвоєний вакуум-підігрівач 9 з вакуум-бачком 10, де нагрівається до температури 85-90°C, а з підігрівача – в збірник 5. При температурі нижче встановленої сік знову направляється через збірник 8 на повторний підігрів у вакуум-підігрівач 9.

При гарячому розливі в тару місткістю в бутилі I-82-3000 сік зі збірника 5 подається насосом в теплообмінник 6 для нагріву до температури 97-98°C.

Витрати пари в лінії 1600 кг/год, води 30 м<sup>3</sup>/год. Встановлена потужність 36 кВт.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

#### 4. Теоретичний опис процесу відкриття скляної тари

Згідно поділу процесу закупорювання та оброблення харчової продукції на основні етапи зміни навантажень в затворах, зберігання продукції відповідає третьому етапу. На цьому етапі, завдяки вакууму в тарі на поле кришки діє рівнодійна зусилля від різниці тисків зовнішнього і всередині тари. Оскільки торцева поверхня тари прилягає безпосередньо до отвору тари, то рівнодійна зусилля від різниці тисків поширюється на неї, діючи в ущільненні затвора, де до неї додається механічне зусилля від затягування нарізного затвора. Сума двох зазначених зусиль складає герметизуюче зусилля в ущільненні затвору

$$T_2 \approx F_T + B_\tau, \quad (14)$$

де  $F_T$  – рівнодійна зусилля на торцеву поверхню тари від різниці тисків зовнішнього та всередині тари;

$B_\tau$  – дотична складова нормальної сили  $B$  притискання кришки до банки в нарізці затвора.

Розглянемо процес відкриття тари, схему якого зображено на рис. 10. Величина моменту відгвинчування кришки залежить від моментів тертя в нарізці та ущільненні затвора. При відгвинчуванні кришки сили, які обумовлюють дію моментів тертя змінюють напрямок, порівняно з її загвинчуванням. При цьому, момент відгвинчування кришки

$$M_\sigma = M_n + M_y, \quad (15)$$

де  $M_n$  – момент тертя в нарізці затвора;

$M_y$  – момент сил тертя в ущільненні затвора.

Момент тертя в нарізці виникає від окружної сили  $E$ , прикладеної по дотичній до окружності середнього діаметра нарізки. Елемент упора кришки притиснутий до витка нарізки тари нормальною силою  $B$ , яка виникає в результаті дії механічного зусилля від затягування нарізного затвора.

					<i>KPM.ПотаЕМ.1.749-03.2.1</i>	Лист
						37
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

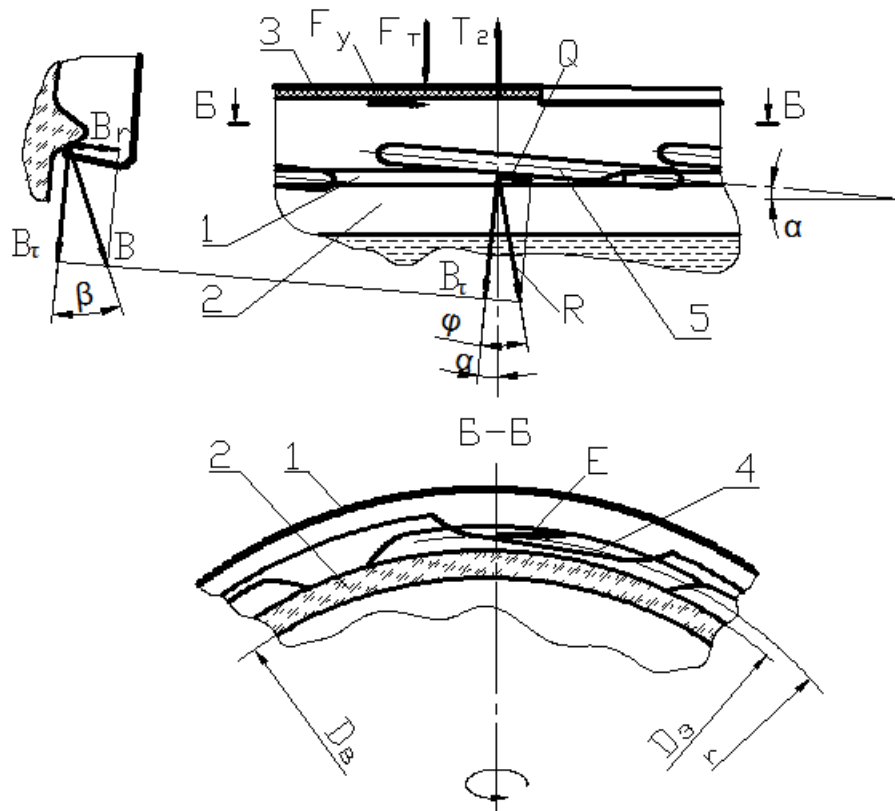


Рис. 10. Схема відкриття тари: 1 – кришка; 2 – горловина тари; 3 – ущільнювальна прокладка; 4 – нарізний упор; 5 – виток нарізки тари.

На поверхні контакту упора кришки і витка нарізки банки діє сила тертя  $Q$ . Позначимо рівнодійну дотичної складової нормальної сили  $B_r$  та сили тертя  $Q$  як  $R$ . Кут підйому витків нарізки банки  $\alpha$ . Отже, кут між  $B_r$  і  $T_2$  також  $\alpha$  – як суміжний. Сила тертя  $Q$  відхиляє рівнодійну  $R$  системи зовнішніх сил від нормалі на кут тертя  $\varphi$ . Під дією прикладних сил елементи затвора знаходяться у рівновазі. З умови рівноваги запишемо вираз для визначення окружної сили  $E$ , потрібної для відгвинчування кришки.

$$E = T_2 \operatorname{tg}(\varphi - \alpha), \quad (16)$$

де  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)$  – коефіцієнт тертя в нарізці.

Тоді момент тертя в нарізці затвора визначається як

$$M_n = T_2 \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) r, \quad (17)$$

де  $r$  – середній радіус витків нарізки банки.

Момент тертя в ущільненні затвора характеризується тертям між ущільнювальною прокладкою кришки і торцевою поверхнею вінця банки.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Сила тертя в ущільненні визначається як

$$F_y = T_2 \mu, \quad (18)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя ущільнювальної прокладки кришки по торцевій поверхні вінця банки.

Тоді момент сил тертя в ущільненні затвора

$$M_y = T_2 \mu \frac{D_3 + D_6}{4}, \quad (19)$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр торцевої поверхні вінця банки;

$D_6$  – внутрішній діаметр торцевої поверхні вінця банки.

Підставимо в рівняння (15) вирази (17) та (19) та виконаємо перетворення, після чого одержимо формулу для визначення герметизуючого зусилля в затворі, яка є математичною моделлю затвору на третьому етапі зміни навантажень в затворах

$$T_2 = \frac{M_6}{\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)r + \mu \frac{D_3 + D_6}{4}}. \quad (20)$$

## 5. Опис експериментальної установки

В процесі відкриття скляної тари типу III елементи нарізного затвору контактують в ущільненні та в нарізці. В ущільненні контактують торцева поверхня скляної тари та ущільнювальна прокладка кришки. В нарізці контактують нарізні упори кришки та витки нарізки скляної тари.

В обох зазначених парах тертя має місце зовнішнє тертя. В техніці існує два основні його види: тертя спокою та тертя ковзання. Отже, спочатку було з'ясовано вид тертя у досліджуваних парах. Затвор загвинчений з натягом і при відкритті тари як в ущільненні так і в нарізці має місце тертя ковзання. Таким чином, необхідно визначати коефіцієнти тертя ковзання.

Основні фактори, які впливають на коефіцієнти зовнішнього тертя, наведені в роботі. Для визначення коефіцієнтів тертя була використана експериментальна установка, яка використовувалася раніше для визначення сил тертя в цих же парах тертя в процесі закупорювання скляної тари типу III. Дана установка, зображена на рис. 11, складається зі стану 1, рушія 2, реєстраційного приладу 3 та перемінного вантажу 4 з обоймою 11.

Стенд 1 виготовлено у вигляді напівзамкненої камери, дно якої являє собою шліфовану металеву плиту 5. Рушій складається з рами, на якій змонтовано двигун, клинопасову передачу, черв'ячний редуктор з диском 6 із закріпленим на ньому тросом та два блоки. Блоки забезпечують закріплення реєстраційного приладу на тросі у вертикальному положенні.

Реєстраційний прилад являє собою динамометр розтягування, який кріпиться за корпус на тросі, перекинутому через верхній блок 7. Крюк динамометра, з'єднаний з реєстраційним механізмом через нижній блок 8, іншим тросом з'єднано з рухомим елементом пари тертя. До двигуна під'єднано керований випрямляч 9.

Установка дозволяє задавати фактор швидкості руху в парах тертя та фактор навантаження, яке стискує пари тертя.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						40
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

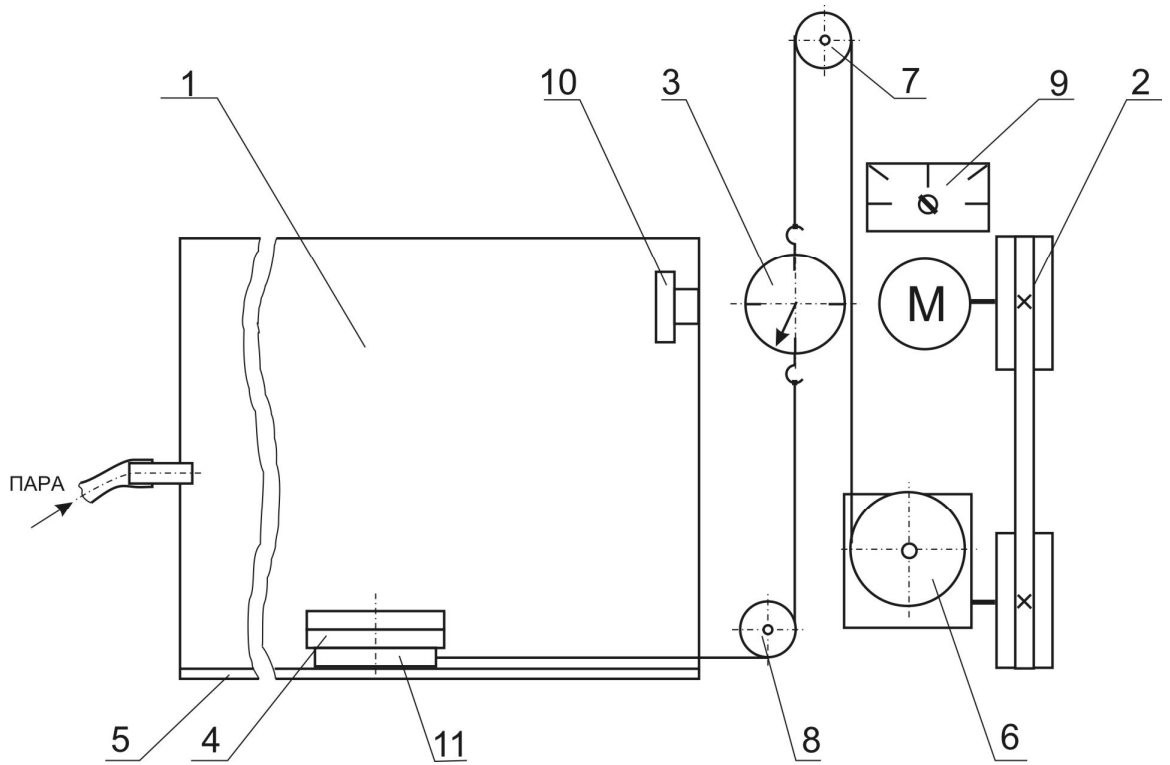


Рис. 11. Схема експериментальної установки для визначення сил тертя в процесі закрупування гвинтовим способом.

Фактор швидкості враховано в конструкції рушія експериментальної установки. Рушій установки складається з електродвигуна сталого струму, клинопасової передачі, черв'ячного редуктора та керованого випрямляча. Двигун сталого струму за допомогою керованого випрямляча дозволяє регулювати швидкість руху в кінематичних парах у визначених межах.

Фактор навантаження, який може вплинути на коефіцієнт тертя, враховано в характері навантаження, яке стискає пари тертя, шляхом введення перемінного вантажу. Вага вантажу може регулюватися у відомих з апіорної інформації межах, шляхом додавання або зняття дискових гирь різної ваги.

Парова камера експериментальної установки, яка використовувалася для створення умов паровакуумного способу закрупування, для експериментального визначення коефіцієнтів тертя при відкритті тари не потрібна, тому пара в неї не подавалася.

## 6. Методика визначення коефіцієнту тертя в ущільненні затвору

Експериментальне визначення коефіцієнта тертя в ущільненні затвора проводилося за оригінальною методикою. Для того, щоб адекватно відтворити умови контакту у парі ущільнювальна прокладка кришки – торець вінця горловини тари, використовувались консерви, які пройшли стерилізацію, оскільки в процесі стерилізації відбувається максимальна деформація ущільнювальної прокладки кришки.

Щоб підготувати кришку до експерименту брали закупорену банку зі стерилізованою продукцією, фарбою проводили вертикальну лінію через затвор і частково банку. Відкривали кришку, промивали її від можливих залишків жиру чи продукту. Потім алмазним диском відсікали вузол жорсткості з нарізними упорами.

Методика проведення експерименту мала таку послідовність дій. На дно стенда експериментальної установки (див. рис. 10) встановлювався спеціальний хомут 1, вкритий зсередини гумовою прокладкою, рис. 12. В хомут вставлялася скляна банка і нерухомо затискалася. Хомут розташований так, щоб вісь банки знаходилася на осі стенда.

Підготовлена кришка, з попередньо пом'якшеною окропом ущільнювальною прокладкою, нерухомо встановлювалася в розігріту обойму 2, а потім разом з нею – на розігріту парою горловину тари. Зверху на обойму встановлювався вантаж. Обойма 2 тросом з'єднана з динамометром. Розташування обойми з кришкою на горловині банки має бути таким, щоб центральний кут, утворений радіусами обойми, один з яких лежить на осі стенда, а інший з'єднує центр обойми з місцем закріплення троса, становив близько  $120^\circ$  (див. рис. 12).

Одразу після встановлення вантажу вмикався рушій установки і кришка розверталася навколо осі нерухомої банки, ковзаючи прокладкою по торцевій поверхні вінця банки. Динамометр показував силу тертя, величина якої за-

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

писувалася. Після повороту обойми з кришкою навколо осі тари на кут близько  $100^\circ$  рушій установки вимикався.

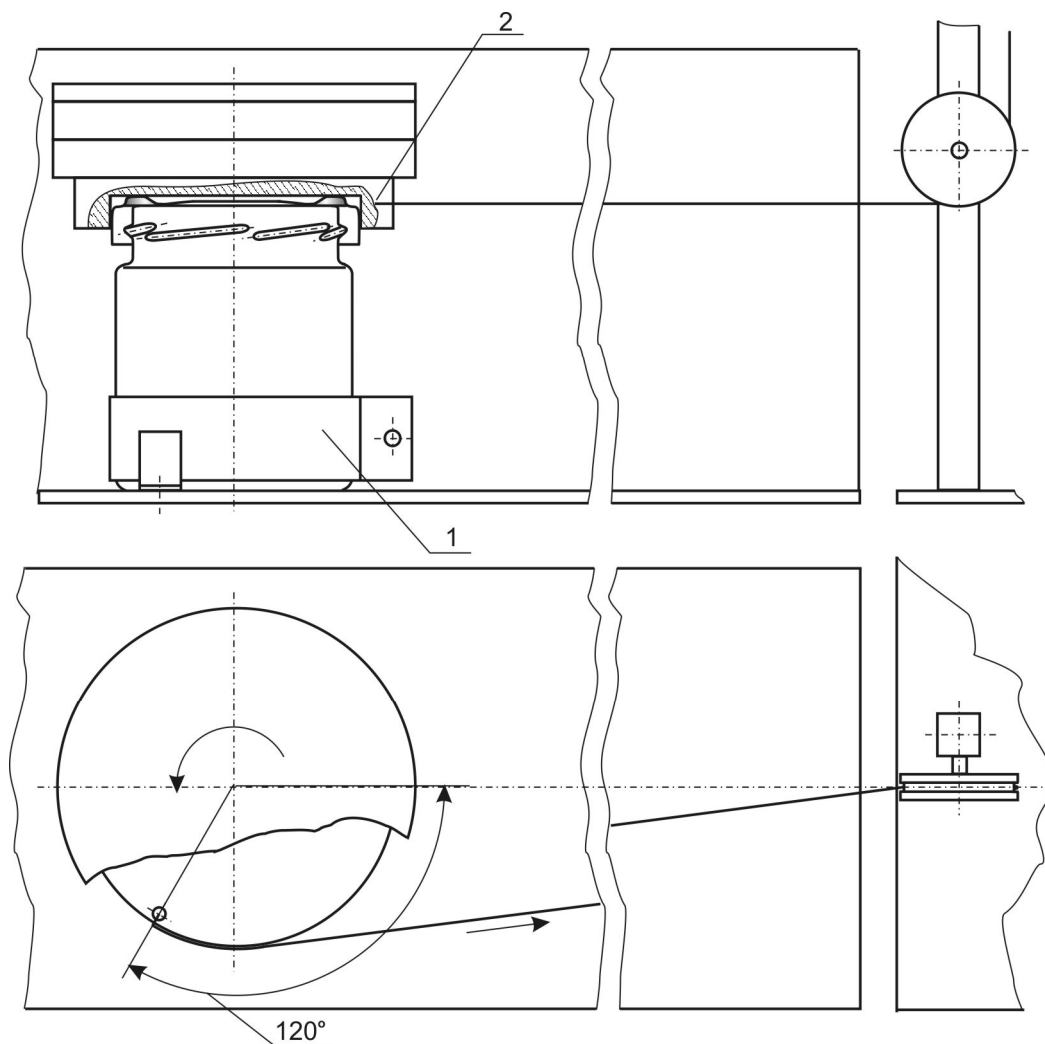


Рис. 12. Схема визначення сили тертя в ущільненні затвора.

Обчислення коефіцієнтів тертя ковзання здійснювалося за формулою

$$k = \frac{F}{F_g}, \quad (21)$$

де  $k$  – коефіцієнт тертя ковзання;

$F$  – сила тертя ковзання;

$F_g$  – вага вантажу.

Методика є адекватною реальному процесу відкриття тари.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## 7. Методика визначення коефіцієнту тертя в нарізці затвору

Експериментальне визначення коефіцієнта тертя в ущільненні затвора проводилося за оригінальною методикою. Для адекватного відтворення умов контакту в парі тертя нарізні упори кришки – витки нарізки банки використовувались консерви в скляній тарі типу III.

Методика проведення експерименту мала таку послідовність дій. Як і в попередньому випадку банка нерухомо затискалася в хомуті 1, рис. 13. Кришка, нерухомо встановлена в обойму 2, ставилася на верхню частину профілю витків нарізки банки, якомога ближче до нижнього кінця витків, тобто на їх найнижчу частину. При цьому слідкували за тим, щоб між ущільнювальною прокладкою кришки та торцевою поверхнею банки завжди залишався деякий зазор. Розташування місця з'єднання обойми з тросом відносно осі стенда забезпечувалося як в попередньому випадку (див. рис. 11). Зверху на обойму встановлювався вантаж.

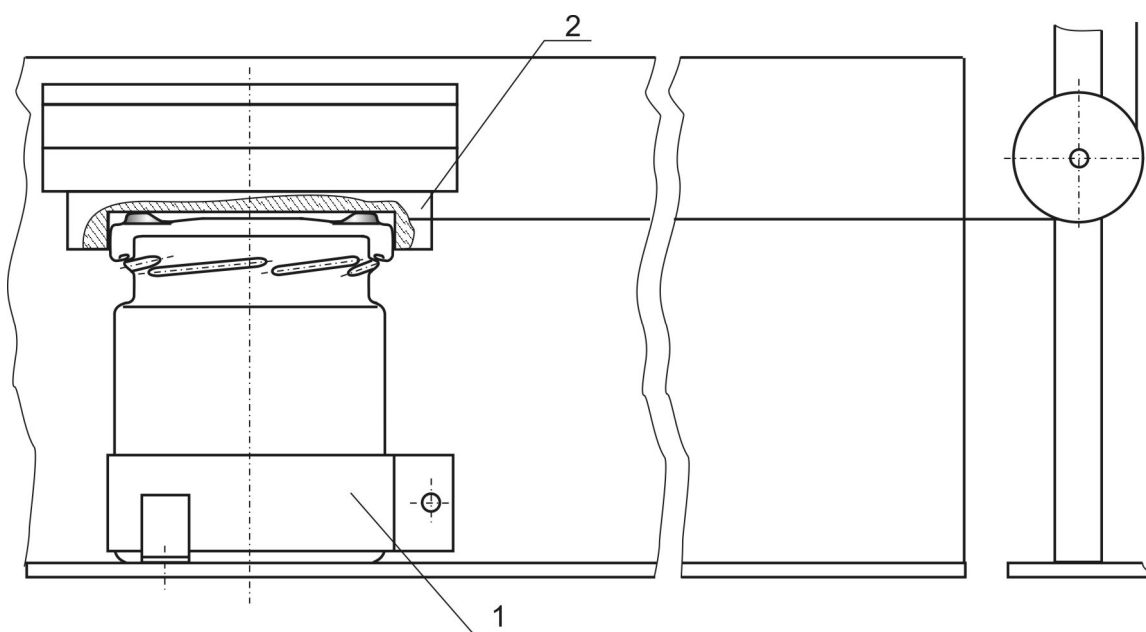


Рис. 13. Схема визначення сили тертя в нарізці затвора.

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1

Лист

44

Після встановлення вантажу вмикався рушій установки і кришка розверталася навколо осі нерухомої банки, ковзаючи зовнішньою частиною нарізних упорів по верхній частині профілю витків нарізки банки, а динамометр показував силу тертя, яка записувалася. Після повороту обойми з кришкою навколо осі тари на кут близько  $50^\circ$  рушій установки вимикався. Така схема контакту елементів затвора у цій парі тертя є цілком адекватною тій, яка має місце в затворі під час відкриття банки, коли внутрішня частина нарізних упорів ковзає по нижній частині профілю витків нарізки банки. Обчислення коефіцієнтів тертя ковзання здійснювалося за формулою (21).

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

## 8. Визначення коефіцієнтів тертя в затворі, на витку нарізки та критерію герметизації скляної тари в процесі зберігання продукції

Коефіцієнти тертя є складовими параметрами математичної моделі затвора (20), яка відображає значення зусилля герметизації в затворі в процесі зберігання продукції.

Спираючись на результати серій попередніх дослідів з визначення сили тертя у цих парах, було встановлено, що в існуючому діапазоні зусиль та відносних швидкостей руху в парах, сила тертя помітно не залежить ні від контактних зусиль, ні від швидкостей руху. Тому обидва зазначені та усі інші фактори під час експериментальних досліджень було прийнято сталими.

Зрозуміло, що в ущільненні і в нарізці затвору швидкості ковзання є однаковими. Їх визначення мало таку послідовність дій. Експериментально знаходили шлях, який проходила кришка, ковзаючи по торцевій поверхні вінця горловини ущільнювальною прокладкою.

Для цього брали закупорену банку, через затвор фарбою проводили вертикальну лінію, банку відкривали до звільнення вакууму. Після відкриття, лінія проведена через кришку зміщувалась відносно риски на горловині тари. Довжина дуги зміщення вимірювалась. Це і був шуканий шлях ковзання. Приймалася тривалість ковзання. Тепер, знаючи час ковзання та шлях ковзання, знаходили швидкість ковзання.

Величина навантаження, яке стискує ущільнення затвору залежить від його типорозміру. Це впливає з умови сталості контактного тиску в ущільненнях затворів різних типорозмірів. Оскільки затвор кожного типорозміру має власну площу ущільнення, то зі збільшенням типорозміру зусилля герметизації  $T_2$  зростатиме. В даній роботі дослідження здійснювалися для поширеного затвору III-82. З практичного досвіду відомо, що відкрити закупорену банку зі стерилізованою продукцією важче ніж після закупорювання. Тому для попереднього визначення величини навантаження, яке стискує пару тертя

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

в ущільненні затвору прийняли значення  $T_2$  в два рази більше ніж його відоме значення на першому етапі зміни навантажень в затворі, тобто  $T_2=450 \text{ Н}$ .

Вимірювання сил тертя в обох парах здійснювалося у чотирикратній повторності. Встановлено, що коефіцієнт тертя у парі “ущільнювальна прокладка кришки – торцева поверхня банки” склав  $\mu = 0,086$ .

В дослідженні по визначенню коефіцієнтів тертя в процесі закупорювання скляної тари гвинтовим способом [7] коефіцієнт тертя в нарізці затвора входить до формули розрахунку зусилля герметизації в затворі (10), у вигляді

$$\operatorname{tg}(\varphi + \alpha). \quad (22)$$

Встановлено, що коефіцієнт тертя у парі “нарізні упори – витки нарізки банки”, в процесі тертя упорів по верхній частині профілю в затворі III-82, знаходиться в межах  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) = 0,11$ .

Подальші дослідження були спрямовані на визначення коефіцієнту тертя на витку нарізки. Геометричні параметри вінців скляної тари будь-яких типорозмірів, тобто кути  $\alpha$  та  $\beta$ , відомі з відповідних креслень скляної тари і наводяться в табл. 1.

Таблиця 1.

### Геометричні параметри нарізок скляної тари системи ТО та типу

#### III

Типорозмір затвора	Кут підйому нарізки, $\alpha$	Кут нахилу нижньої частини профілю нарізки, $\beta$
III-27	18°18'	25°
III-30	16°23'	25°
III-33	15°08'	25°
III-38	12°40'	25°
III-43	3°55'	25°
III-48	3°28'	25°
III-53	5°14'	37°
III-58	4°52'	37°

III-63	5°06'	35°
III-66	4°52'	35°
III-70	4°35'	35°
III-77	4°10'	35°
III-82	4°40'	45°
III-89	5°19'	45°
III-100	4°44'	45°
III-110	4°51'	45°

Оскільки, як прийнято в дослідженні тертя в процесі закупування, кут тертя у витках нарізки затвора з виразу (22), де поверхнями тертя є скло та емальована біла жерсть, є малим, і кути підйому витків нарізки горловин скляної тари у більшості випадків знаходяться у межах  $\alpha = 3^\circ \dots 5^\circ$ , а максимальний кут становить  $18^\circ 18'$  (див. табл. 1), тобто також є малими, то

$$\operatorname{tg}(\varphi + \alpha) \approx \operatorname{tg}\varphi + \operatorname{tg}\alpha. \quad (23)$$

Оскільки, в даному випадку ми розглядаємо процес відкриття скляної тари, а експеримент з визначення коефіцієнту тертя у парі “нарізні упори – витки нарізки банки” здійснювався за тією ж методикою що й для закупування, то у виразі (23) позначення  $\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)$  заміняємо на  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)$ . Відповідно

$$\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \approx \operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\alpha. \quad (24)$$

Слід зазначити, що скляна тара екстремальних типорозмірів III-27, III-30 та III-110 в Україні не використовується. З умови рівноваги елементів затвора (див. рис. 9)

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{B_r} = \frac{f \cdot B}{B \cdot \cos \beta} = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (25)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя на витку нарізки;

					КРМ.ПотаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
						48
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\frac{f}{\cos \beta}$  – зведений коефіцієнт тертя.

Тоді

$$\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \approx \frac{f}{\cos \beta} + \operatorname{tg} \alpha, \quad (26)$$

звідки

$$f \approx (\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \beta. \quad (27)$$

Коефіцієнт тертя в нарізці  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)$  визначено на експериментальній установці. Для розрахунку за формулою (27) використано його середнє арифметичне значення  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) = 0,11$ . Коефіцієнт тертя на витку нарізки в затворах типу III склав  $f \approx 0,0215$ . Визначивши  $f$ , за формулами (24) та (25) знаходимо коефіцієнт тертя в нарізці для нижньої частини профілю затвора III-82,  $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)_{82} \approx 0,112$ , оскільки в даному випадку кути нахилу верхньої та нижньої частини профілю різні. Як бачимо значення коефіцієнтів практично співпали.

Маючи значення коефіцієнту тертя на витку нарізки в затворах типу III в процесі відкриття тари можна в подальшому визначати коефіцієнти тертя в нарізках затворів будь-яких типорозмірів, з урахуванням кутів підйому нарізок, які є відмінними для кожного типорозміру затвора.

Критерій герметизації затворів  $A_2$  в процесі зберігання консервованої продукції визначається як

$$A_2 = \frac{P_2}{E}, \quad (28)$$

де  $P_2$  – контактний тиск в ущільненні затвору;

$E$  – модуль нормальної пружності матеріалу кришки.

Для визначення критерію  $A_2$  треба знати контактний тиск  $P_2$ , який визначається як

$$P_2 = \frac{T_2}{S_k}, \quad (29)$$

де  $S_k$  – площа контакту торцевої поверхні вінця банки  $k$ -го типорозміру з прокладкою кришки.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	Лист
						49
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Момент відгвинчування скляної тари  $M_g$  залежить від умов фасування, закупорювання, оброблення та зберігання (особливо тривалості та температури) харчової продукції, якості зовнішньої поверхні тари, кінцевого вакууму в упаковці та ступеня безпеки закупорювання. Крім того момент відгвинчування залежить від типорозміру тари. Велика кількість факторів впливу дуже ускладнює встановлення загальних універсальних значень моменту відгвинчування кінцевої упаковки.

Через проблематичність визначення загальних граничних показників  $M_g$  це вимірювання не є обов'язковим в процесі виробництва консервованої продукції, але воно є рекомендованим і корисним. Відомі рекомендовані величини моментів відгвинчування, які дозволяють відкривати скляну тару без докладання надмірних зусиль. Данні про величину  $M_g$  з різних джерел дещо відрізняються, хоча загалом є достатньо близькими.

Німецька фірма «Silgan white cap», яка є одним з провідних виробників кришок системи ТО, використовує правило згідно якого значення  $M_g$  упаковки, за умови досить довгого її зберігання, відповідає приблизно половині значення діаметру кришки (вимірювання у фунтах сили на дюйм) [8]. Для поширеного затвору III-82 це складе  $41 \text{ lbf}\cdot\text{in}$  або  $4,92 \text{ Нм}$ . За інформацією з іншого джерела, зокрема в поясненнях до вимірювання властивостей закупорювальних засобів [9], для затвору III-82 наводиться діапазон величини  $M_g$   $4,75 \dots 5,25 \text{ Нм}$ .

Значення коефіцієнтів тертя в ущільненні та в нарізці затвору в процесі відкриття тари зросли порівняно з їх значеннями в процесі закупорювання. Це пояснюється тим, що закупорювання здійснюється паро-вакуумним способом і на контактуючих поверхнях тертя в ущільненні та в нарізці затвору в результаті конденсації пари виникає плівка вологи, яка зменшує коефіцієнти тертя. В процесі відкриття тари має місце сухе тертя.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50



продукції, викликане протискуванням ущільнювальної прокладки кришки торцевою поверхнею тари і пов'язаним з цим послабленням напруженого стану затвору, герметизація затвору банки, закупореної з дотриманням необхідних вимог процесу закупорювання, загалом покращується.

Покращення герметизації затворів після теплової обробки та охолодження продукції порівняно з етапом завершенням процесу закупорювання, за умови коректно здійснених закупорювання та теплової обробки, наочно підтверджується тим, що банку стає відчутно важче відкрити, а це, в свою чергу інколи викликає нарікання споживачів.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

## 9. Висновки

1. Критерій герметизації затворів дозволяє оцінювати та порівнювати стан герметизації системи закупорювання скляної тари на різних етапах зміни навантажень в затворах

2. Герметизація затворів скляної тари покращується після теплової обробки продукції, про що свідчить зростання значення критерію герметизації затворів.

3. Покращення герметизації затворів відбувається внаслідок переходу на сухе тертя в затворі під час відкриття тари та в результаті зміни умов контакту в ущільненні затвору після теплової обробки через збільшення загальної площі контакту прокладки з вінцем тари.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

## 10. Охорона праці.

10.1 Основні заходи безпеки до закупуриовальної машини пасового типу марки Ж7-УМТ-6.

*Характерні небезпечні і шкідливі виробничі фактори.*

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ).

Табл.

Небезпечні і шкідливі фактори	Місце виникнення	Причина виникнення	Можливі травми та профзахворювання
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	Зниження слухової чутливості

		шумоізоляції хопера	
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 струмомоведучих частин електродвигуна і не струмомоведучих 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

*Небезпечні зони і засоби їх захисту.*

Після визначення НШВФ, з урахуванням особливостей конструкції машини і роботи її елементів, виходячи із специфіки виробничого процесу, ви-

бираємо методи і засоби захисту працюючих від дії цих факторів, методи контролю виконання безпеки, визначаємо документи, що регламентують вимоги безпеки.

Методи і засоби захисту працюючих від дії НШВФ.

До фізичних ГОСТ 12.2.008-74 \* ССБТ ОВПФ відносяться:

1. Рухомі частини обладнання ГОСТ 12.4.011-75 ССБТ. Колективними засобами захисту від даного НШВФ є огорожа валів захисними кожухами, огороження ланцюгових і клинопасових передач. Індивідуальними засобами захисту є фартух і черевики. Для контролю проводиться щоденний огляд вузлів.

2. Конструкції, що руйнуються. ГОСТ 12.2.003-74 \* ССБТ. Колективними засобами захисту від даного НШВФ є застосування для валів машини, редуктора відповідних якісних матеріалів (сталь, чавун) і засобів захисту, забезпечення вимог безпеки експлуатації, монтажу обладнання. Для контролю використовується пристрій автоматичного контролю.

3. Підвищений рівень шуму на робочому місці ГОСТ 123.002-75 ССБТ, ГОСТ 124.015-76 ССБТ. Колективними засобами захисту від даного НШВФ є монтаж електродвигуна і редуктора на самостійному шумоізолюваному фундаменті, зміцнення кожухів на фундаменті, забезпечення своєчасного змащування редуктора і пар, що труться. Для вимірювання рівня шуму використовується шумометр ИШВ-1.

4. Підвищений рівень вібрації ГОСТ 121.012-90. Колективними засобами захисту від даного ОВПФ є усунення невривноваженості мас робочих органів шляхом статичного та динамічного балансування. Забезпечення технологічних допусків при виготовленні і складанні усіх вузлів машини, надійне кріплення шківів і шестерень до валів. Контроль рівня вібрації здійснюється приладом ВІП-4.

5. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини ГОСТ 121.009-76 ГОСТ 134.011-75.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

Коллективними засобами захисту від даного ОВПФ є заземлення корпусу електродвигуна, корпусу металевого кабелю. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом. При проведенні ремонтних робіт необхідно відключення електродвигуна, застосування заходів, що перешкоджають помилковому поданню електроенергії, вивішування плакатів: «Не включати, працюють люди!».

Роботи виконувати за нарядом, який є письмовим розпорядженням на виробництво робіт. Огорожа устаткування, що ремонтується та забезпечення недоступності до струмоведучих частин. Індивідуальними засобами захисту є спеціальні діелектричні рукавички, гумовий килимок. Контроль здійснюється за допомогою індикаторів виявлення на корпусі електродвигуна напруги, переносного вольтметра.

6. Недостатня освітленість робочого місця СНиП 11-4-79. Коллективними засобами захисту від даного НШВФ є забезпечення встановлених санітарними нормами значень к.п.о. і освітленості. Догляд за світловими прорізами і електроосвітлювальною апаратурою. Загальне електроосвітлення забезпечується світильниками з надійно закріпленими металевими сітками. Світильники розташовуються на висоті не менше 2.5м. Потужність ламп в світильниках не повинна перевищувати прийнятої для даного приладу. Контроль здійснюється не рідше одного разу на рік люксометром марки Ю-116.

#### *Колірна обробка закупувальної машини марки Ж7-УМТ-6*

Місця установки органів управління при обслуговуванні стоячи і сидячи відповідають основним вимогам ергономіки для забезпечення оптимальних умов праці.

Всі органи управління роботою машини зосереджені на стенді управління, який розташований на висоті 1,2 м від рівня підлоги і дозволяє оператору легко дотягуватися до будь-якого органу управління.

Основна колірна обробка машини дозволяє підвищити працездатність оператора без втрати концентрації і, не підвищуючи стомлюваність, що досяга-

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		57

ється поєднанням кольорової гами. Основні вузли машини виконані з нержавіючої сталі, що створює спокійний колірний тон і, крім того, відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. Кнопки управління виконані з гладкого пластика червоного і зеленого кольорів, органи, що запобігають аварію - пофарбовані в червоний колір.

Вимоги пожежо- та вибухобезпеки.

Причинами займання при роботі машини можуть бути:

1. Іскри механічного походження;
2. Нагрівання підшипників в результаті перевантаження, зносу, несправності, попадання пилу, продукту, загоряння залишків мастила в підшипниках;
3. Непогашені недопалки та сірники;
4. Електричний струм.

За вибухо- і пожежонебезпекою цех, в якому встановлена закупорювальна машина, можна віднести до категорії Г. Основні конструктивні вузли машини виконані з вогнетривких та важкогорючих матеріалів.

Заходами пожежної безпеки є:

1. Відповідність режиму роботи машини технологічному регламенту;
2. Своєчасне і якісне змащення підшипників;
3. Теплоізоляція нагрітих поверхонь;
4. Дотримання правил безпеки при зупинці машини на ремонт і огляд;
5. Систематичний контроль співвісності валів з метою виключення ударів і тертя об огорожі і елементи корпусу;
6. Застосування систем автоматизації, блокування, засобів контролю.

У разі загоряння для гасіння машини застосовувати вуглекислотні вогнегасники ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8.

*Засоби індивідуального захисту.*

Засобами індивідуального захисту оператора від впливу НШВФ є його спецодяг, який повинен включати гумові туфлі або калоші для запобігання па-

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

дінню на мокрій підлозі цеху, а також гумові килимки, призначені для тих же цілей. Також оператор повинен мати шовковий халат і трикотажні рукавиці. Необхідно стежити за тим, щоб рукава і вільні кінці спецодягу не були затягнуті робочими органами машини та елементами приводу, що обертаються або рухаються. Для захисту від теплового впливу пара оператор повинен бути забезпечений рукавичками.

## 10.2. Вимоги безпеки при експлуатації машини.

Інструкція з охорони праці для робітників, які обслуговують машину.

Загальні вимоги для робітників.

- До обслуговування машини допускаються особи обох статей не молодше 18 років, які вивчили будову та роботу машини, які пройшли інструктаж, котрі засвоїли безпечні прийоми роботи.

- Робітники, що обслуговують машину повинні суворо дотримуватися правила внутрішнього розпорядку підприємства.

- При обслуговуванні машини характерні наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

1. Небезпечні: привід, електричний струм;

2. Шкідливі: шум, погане освітлення.

- Згідно з типовими галузевими нормами обслуговування машини повинно здійснюватися в халаті і в шапочці або косинці. Крім того, робітник повинен бути взутий в черевики або туфлі з непромокальних матеріалів і забезпечений фартухом.

- З метою безпеки ураження електричним струмом забороняється працювати при порушенні герметизації кнопок «Пуск» і «Стоп», з несправною освітлювальною апаратурою.

- Під час роботи забороняється витягувати застряглий або розбитий посуд голими руками. При псуванні скляного посуду необхідно зупинити машину, видалити розбитий посуд, змити водою залишки скла і продукту і знову включити машину в роботу. Якщо посуд наповнений, гарячим продуктом, то опера-

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

тор повинен надягати захисні рукавички, щоб уникнути опіку рук. Під час санітарної обробки машини рекомендується біля пакетного вимикача повісити табличку "Не вмикати, йде чистка машини".

- Забороняється проводити регулювання роботи машини і окремих вузлів з не вимкненим живленням електродвигуна.

- Забороняється проводити пуск машини з погано закритими дверима і кожухами.

- Забороняється проводити будь-які регулювання на працюючій машині.

- При виявленні в виробничих приміщеннях ознак загоряння необхідно вимкнути машину і вжити заходів щодо усунення пожежі з використанням первинних засобів пожежогасіння.

- У випадку травмування потерпілий повинен повідомити змінному майстру і звернутися в медпункт, якщо потерпілий не в змозі цього зробити, то він зобов'язаний попросити очевидця надати йому допомогу.

- Робочий обслуговуючий машину повинен вміти надавати першу (долікарську) допомогу при нещасному випадку.

- Крім загальних правил техніки безпеки, що рекомендуються при роботі на промисловому обладнанні, при роботі на даній машині слід дотримуватись таких вимог:

1. Технічне обслуговування, налагоджувальні, ремонтні та інші роботи на машині робити тільки при відключеному пакетному вимикачі і закритому вентилі підведення пари. На рукоятку вимикача повісити табличку "Не вмикати, працюють люди!".

2. При ремонтно-налагоджувальних роботах з електроапаратурою пам'ятати, що при відключеному пакетному вимикачі вступні клеми в електрошафі знаходяться під напругою 380 В, 50 Гц.

- Робочий, який не виконує вимог даної інструкції несе відповідальність згідно внутрішнього розпорядку підприємства.

Дії в екстремальних ситуаціях.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

- При попаданні машини в аварійні умови експлуатації або при екстреній евакуації обслуговуючого персоналу необхідно вимкнути пакетний вимикач на електрошафі, відключити машину від електромережі, перекрити системи подачі води і пари.

- Обслуговуючий персонал в екстремальних умовах повинен діяти відповідно до вимог інструкцій, положень та інших нормативних документів з охорони праці, технічної та пожежної безпеки, що діють на підприємстві.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

## 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. Герметизація скляної тари [Текст] / О.В. Ватренко, А.Ю. Шендеровский, О.К. Гладушняк // Упаковка. – 2003. – №3. – С. 28-29.
3. 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.
4. Крагельский, И.В. Коэффициенты трения [Текст]: справ. пособие / И.В. Крагельский, И.Э. Виноградова. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1955. – 188с.
5. Ватренко, О.В. Методики визначення коефіцієнтів тертя при закупорюванні скляної тари гвинтовим способом [Текст]. – О.В. Ватренко, А.Ю. Шендеровский, О.К. Гладушняк // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2003. – Вип. 26. – С. 237-242.
6. Ватренко, О.В. Силові параметри процесу закупорювання скляної тари типу III [Текст] / О.В. Ватренко // Холодильна техніка і технологія. – 2007. – №6. – С. 40-43.
7. Ватренко, О.В. Коефіцієнти тертя при закупорюванні скляної тари гвинтовим способом [Текст] / О.В. Ватренко, А.Ю. Шендеровський // Упаковка. – 2006. – №5. – С. 38-40.
8. Руководство по обработке крышек Твист-офф [Текст]: [пер. с нем.] / Silgan White Cap. – Hannover, 2006. – 42с.
9. Как измерить свойства укупорочых средств? [Текст] / Упаковка. – 2011. – №3. – С. 60-62.
10. Законодавство України про охорону праці (збірник нормативних документів): У 4 т. – К.: Основа, 1995.

					КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

11. ДСТУ EN 1672-1-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки.

12. ДСТУ EN 1672-2-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни.

13. ДСТУ EN 894-1-2001 Безпечість машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 1. Загальні принципи взаємодії людини з індикаторами та органами керування.

14. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила устрою електроустановок. Электрооборудование специальных установок.

15. ДСТУ EN 547-1-2001 Безпечість машин. Розміри людського тіла. Частина 1. Принципи визначення розмірів отворів для доступу до робочих місць у машинах (EN 547-1:1996, IDT).

16. ДСТУ EN 547-1-2001 Безпечість машин. Пристрої дворучного керування. Функціональні аспекти та принципи проектування (EN 547:1996, IDT).

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.749-03.2.1</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63