Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Магістр

Рівень вищої освіти

Модернізація лінії виробництва пива з удосконаленням розливно-закупорювального блоку DELTA D40

Назва теми

Галузь знань – *13 «Механічна інженерія»*

Спеціальність – *133 «Галузеве машинобудування»*

Освітньо-професійна програма *«Машини і апарати харчових виробництв»*

Шифр ДП МАХВМ 24.30.00.00

Виконав студент 2 курсу, група МАХВм-23-1, Шапошніков Р.С.

Підпис Прізвище

Керівник від кафедри

Федорів В.М., доц., к.т.н.

Прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь

Підпис

Нормоконтролер

Глуценюк М.В.

Прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь

Підпис

До захисту допускаю: зав. кафедрою Мартинюк А.В.

Підпис Прізвище

Хмельницький 2024

Анотація

Пояснювальна записка складається з 90 сторінок, в точу числі 21 рисунок, 22 таблиці та додатки.

В результаті виконання дипломного проєкту, а саме модернізації розливно-закупорювального блоку Delta D40, нова конструкція має наступні переваги із існуючим прототипом:

– спрощення переналагодження машини розливу;
– надійність системи переналагодження;
– полегшення фізичної праці обслуговуючого персоналу;
– вирішення проблем з монтажем приводу після ремонту;
– підвищеться термін роботи приводу.

Проведена науково-дослідна робота доводить, що використання проєктованого розливно-закупорювального блоку Delta D40 забезпечить отримання високоякісного пива, а це означає, що готові вироби будуть відрізнятись високою якістю і конкурентноспроможністю.

Суть модернізації полягає у заміні механізму переналагодження машини розливу по висоті з 0,33л на 0,5л. Відбувається заміна приводу зубчастої передачі на ланцюгову. Також проводимо заміну муфти головного приводу, встановлюємо пружну втулково- пальцеву муфту.

Ключові слова: пиво, розливно-закупорювальний блок наповнюючий пристрій, розподільний резервуара, клапан.

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1.ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ.....8
1.1. Характеристика продукції, сировини та основних і допоміжних матеріалів 8
1.2. Продуктовий розрахунок.....12
1.3. Розрахунок витрат основних і допоміжних матеріалів 16
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 19
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 32
3.1. Техніко-економічне обгрунтування 32
3.2. Будова та принцип дії 45
3.3. Розрахунок і проєктування розливно-закупорювального блоку KHS Delta D40 54
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА 68
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....81
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 83
ВИСНОВКИ.....85
ДОДАТКИ.....86

					ДП.МАХВМ.24.30.00.00.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шапошніков			Модернізація лінії виробництва пива з удосконаленням розливно-закупорювального блоку DELTA D40	Літ.	Арк. 4 / Акрушів 86
Перевір.		Федорів В.М.					
Реценз.						ХНУ,МАХВм-23-1	
Н. контр.							
Затверд.		Мартинюк					

ВСТУП

Харчова промисловість – одна з провідних структуроформуючих галузей не лише агропромислового й промислового комплексів, а й усього народного господарства України.

Питома вага цієї галузі в структурі виробництва предметів споживання сягає 52,8 %, у загальному обсязі промислової продукції – 16,3, а продукції агропромислового комплексу – 33,5 %. Продовольчі товари становлять 68,1 % загального виробництва товарів народного споживання у відпускних цінах, 63 % загального обсягу роздрібного товарообороту та 61,5 % у структурі особистого споживання матеріальних благ населенням країни.

Серед інших країн світу Україна має найбільш сприятливий природний, людський, геополітичний і ресурсний потенціал для розвитку харчової промисловості, раціональне використання якого забезпечило б їй провідне місце на світовому й регіональних продовольчих ринках. Уже 2020 року в світовому територіальному поділі праці щодо виробництва основних харчових продуктів у розрахунку на душу населення Україна посідала провідні місця: перше по виробництву на душу населення цукру, картоплі, яєць; друге – молока, овочевих та баштанних культур, четверте – зерна та риби; п’яте – по виробництву м’яса.

Останнім часом розвиток харчової промисловості в Україні характеризується різким зниженням технологічного рівня виробництва, спрацюванням знарядь праці, скороченням обсягів і асортименту продукції, погіршенням її якості, затуханням інвестиційного та інноваційного процесів, витісненням вітчизняних харчових продуктів з внутрішнього й зовнішнього ринків продовольчих товарів, зменшенням обсягів надходження до бюджету та валютних надходжень у країну від експортних операцій галузі тощо.

На сучасному етапі розвитку склалося нестабільне економічне становище для всього народного господарства України і особливо для – харчової промисловості, так як ця галузь дуже залежить від інших галузей – машинобудівної, хімічної, нафтопереробної, і особливо платоспроможності

населення. В цей скрутний час більшості громадян країн вимушені економити кожну копійку власного заробітку, а так як наша харчова промисловість вимушена конкурувати із сусідніми країнами – де продукти харчування дешевші, але в своїй більшості, щоб зекономити в України поставляються неякісні продукти, або взагалі ті в яких вийшов термін придатності, нерідко товари підробляються, а через невідпрацьоване законодавство дуже важко відстежувати такі товари, і тому покупці купують цю продукцію ставлячи власну харчову промисловість у глухий кут. Тому харчова промисловість – не маючи можливості через те, що продукти не розкуповуються, розплатитися з постачальниками, а також закупити, нову сировину. Беручи кредити для розрахунків, вона також ставить себе в залежність, а той навіть втрати права власності на власне підприємство.

Але й у такій скрутній обстановці харчова промисловість функціонує – шукаючи шляхи подолання проблем – інвесторів, із-за кордону і у власній державі, запроваджуючи нові технології і устаткування тощо.

Підгалузі харчової промисловості є важливою ланкою АПК України, поєднуючи виробництво і промислову переробку сировинних ресурсів рослинного походження з реалізацією готової продукції і основні обслуговуючі ланки комплексу підприємства і організації. Найбільш характерні такі спеціалізовані рослинно-промислові комплекси: зернопромисловий, буряко-цукровий, плодоовочеконсервний, маслобойно-жировий, виноградарсько-виноробний, льонопромисловий.

Одне з провідних місць в харчовій промисловості займає галузь по виготовленню пива, сильногазованих солодких напоїв, розливанню столових та мінеральних вод, основними завданнями якої є забезпечення населення цими виробами у відповідності з попитом споживачів та на основі науково-обгрунтованих норм споживання на одного споживача: постійне підвищення якості продукції та її удосконалення на основі сучасних досягнень науки та техніки. Виконання цих завдань дасть змогу підприємствам вижити в конкурентній боротьбі за місце на національному ринку та вийти на світовий

ринок. Адже, товаровиробники завжди досягають комерційного успіху на внутрішньому та зовнішньому ринках при всебічному й систематичному вивченні конкурентів, пропозиції покупця конкурентоспроможної продукції.

Насамперед з року в рік виникає потреба виробництва харчових продуктів розфасовкою в формі дрібноштучних виробів. Для отримання якісного розливу штучних виробів потрібна комплексна механізація та автоматизація процесу розливу, що неможливо здійснити без встановлення форм, розмірів ємкості тари, яка б відповідала вимогам споживача.

Виробництво популярного особливо на території України бренда в жерстяній банці пов’язаний з поступовим зростанням популярності даного виду упаковки в Україні. Адже алюмінієва банка, є оптимальною тарою з погляду збереження смакових властивостей пива, вона не пропускає ультрафіолетове проміння і в неї не проникає кисень.

Нажаль на сьогоднішній день достатньо актуальною є проблема механізації та автоматизації процесів розливу газованих напоїв в алюмінієві банки. Таким чином для забезпечення можливості нарощення темпів виробництва, досягнення більшої ефективності праці необхідним є впровадження високопродуктивних машин автоматичної дії, на які б була покладена задача модернізація автомату для розливу газованих напоїв.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇХарактеристика продукції, сировини та основних і допоміжних матеріалів

Пиво – ігристий, освіжаючий, слабоалкогольний напій із характерним хмельовим ароматом і приємним смаком. За органолептичними і фізико-хімічними показниками пиво повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888-99, основні показники якого наведено наведені в табл. 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Органолептичні показники якості пива

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора пініста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора пініста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмельовий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак збродженого солодового напою з хмельовою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку			Аромат збродженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат. Сторонній запах не допускається		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: Висота піни, не менше, мм – 20,0 Піностійкість не менше, хв. – 2,0 Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від					

	12,0 до 20,0% Висота піни, не менше, мм – 30,0 Піностійкість не менше, хв. – 2,0

Таблиця 1.2 – Фізико–хімічні показники якості пива

Тип пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Масова частка спирту, %	Кислотність, $см^3$ 1 моль/$дм^3$ розчину гідроксиду натрію на 100 $см^3$ пива	Кольоровість, $см^3$ 0,1моль/$дм^3$ розчину йоду на 100 $см^3$ пива	Масова частка діоксиду вуглецю, %
Світле	8,0-20,0	2,0-6,0	1,3-5,0	0,4-1,8	0,30-0,35
Напівтемне	10,0-20,0	2,6-6,0	1,9-5,0	1,9-3,9	1,9-3,9
Темне	11,0-20,0	2,8-6,0	1,5-5,5	4,0-8,0 і більше	0,30-0,33

Діоксид вуглецю – добре вгамовує спрагу, гіркі речовини хмелю стимулюють травлення їжі; вуглеводи, білки, вітаміни, органічні кислоти обумовлюють харчову цінність цього напою. Так, калорійність 1 $дм^3$ світлого пива дорівнює1700 – 2200 кДж, темного – 3400 кДж.

Екстрактивні речовини готового пива складають від 3 до 5 %, серед яких переважають вуглеводи 80–85 %, білкові речовини 6–9 %, мінеральні речовини 3–4 %, гіркі речовини 2–3 %, до 1 % органічних кислот, незначна кількість вітамінів, вміст CO_2 – 0,40–0,45 % мас., невелика кількість вищих спиртів, альдегідів, естерів, вміст алкоголю – від 0,5 до 6,0 % об.

Пиво виробляють трьох типів: світле, напівтемне, темне.

За способом оброблення пиво поділяють на фільтроване і нефільтроване, фільтроване пиво – на пастеризоване і непастеризоване, нефільтроване – наосвітлене і неосвітлене.

Принципова технологічна схема виробництва пива наведена на рис. 1.1.

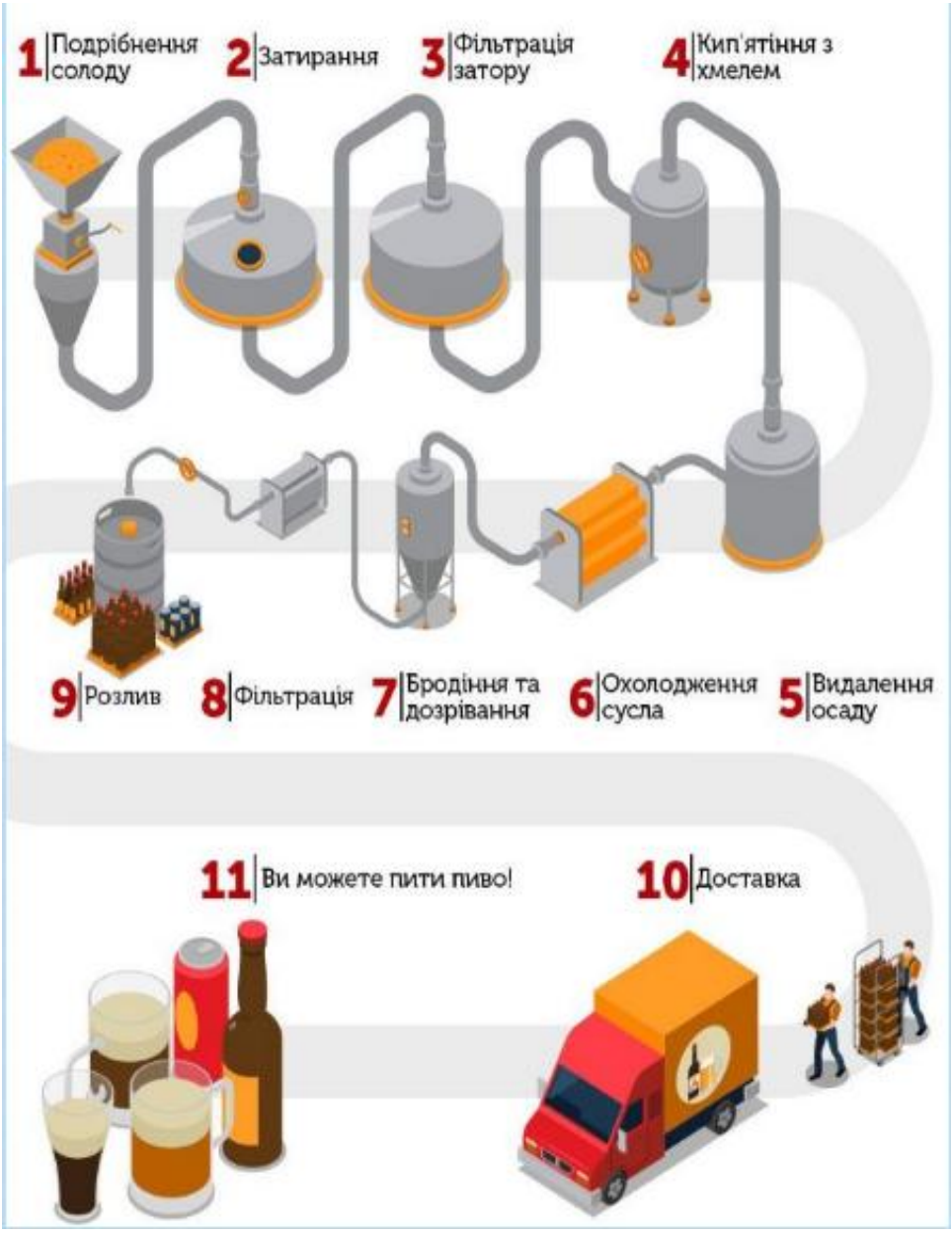

Рис.1.1 – Принципова технологічна схема виробництва пива

Сировиною, основними і допоміжними матеріалами для виробництва пива є: солод: світлий, темний, карамельний, палений, пшеничний та ін.; несолоджені матеріали: ячмінне борошно, рисова січка, знежирене кукурудзяне борошно, патока та ін.; підготовлена технологічна вода; дріжджі низового і верхового бродіння; хміль і хмелепродукти.

У процесі виробництва пива також використовуються допоміжні матеріали, які дозволені органами охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідно технологічної інструкції:

Молочна кислота згідно ДСТУ 4621:2006.

Органолептичні та фізико–хімічні показники молочної кислоти відповідно до вимог ДСТУ 4621:2006 наведено в таблицях 1.3 – 1.4.

Таблиця 1.3. – Органолептичні показники молочної кислоти

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора сироподібна речовина без осаду та муті
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий, без стороннього присамаку

Таблиця 1.4. – Фізико-хімічні показники молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
Масова частка загальної молочної кислоти, % не менше	40,0	40,0	60,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше	6,5	10,0	15,0
Масова частка зали, % не більше	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза, %, не більше	0,007	0,014	0,020
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3	Не нормується	
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1	Не нормується	
Масова частка редукуючих цукрів, %, не більше	1,0	Не нормується	
Визначення наявності барію	Не допуска-ється	Не нормується	
Визначення наявності ціанисто-	Витримує випробування на		

водневої кислоти	відсутність
Визначення наявності фероціанідів	Витримує випробування на відсутність
Визначення наявності вільної сірчаної кислоти	Витримує випробування на відсутність

1.2. Продуктовий розрахунок

Вихідними даними для продуктових розрахунків є показники якості сировини, основних і допоміжних матеріалів, напівпродуктів та товарної продукції, відходів виробництва, а також норми їх витрат та втрат за стадіями виробництва.

Дипломним проєктом передбачено випуск пива «Львівське світле» з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 11% .

Визначення кількості екстрактивних речовин у сировині

Пиво Львівське світле. Виробляють із 90 % світлого солоду і 10 % ячменю, таким чином в 100 кг зернопродуктів міститься 90 кг світлого солоду і 10 кг ячмінного борошна. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси, тобто 90·0,001=0,09 кг. На подрібнення солоду поступає 90 – 0,09 = 89,91 кг. При вологості солоду 5 % і ячмінного борошна 15% кількість сухих речовин в заторі буде

в світлому солоді – 89,91·(1– 0,056) = 84,88 кг;

в ячмінному борошні – 10· (1– 0,15) = 8,5 кг.

Всього – 84,88 + 8,5 = 93,38кг.

Приймаємо екстрактивність солоду 76 %, а ячмінного борошна 72%. Відповідно вміст екстрактивних речовин в сировині:

в світлому солоді – 84,87·0,76 = 64,51 кг;

в ячмінному борошні – 8,5·0,72 = 6,12 кг.

Всього – 64,51 + 6,12 = 70,63 кг.

Втрати екстракту в дробині – 1,75 % від маси екстрактивних речовин сировини, що затирається. Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин 70,63· (1– 0,0175)= 69,39 кг. В дробині залишиться сухих речовин:

93,38 – 69,39=23,99 кг.

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива.

Гаряче сусло. За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

Львівське світле – 69,39 кг.

При встановленій початковій концентрації сусла 11 % для Львівського світлого пива із отриманої кількості екстрактивних речовин отримають сусла:

Львівське світле – (69,39·100)/11 = 630,81 кг.

Об'єм сусла при 20 °С за відносної густини сусла Львівське світле – 1,0331.

Львівське світле – 630,81/1,0331= 610,60 дм^3.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази дорівнює:

Львівське світле – 610,60·1,04 = 635,02 дм^3.

Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для Львівське світле – 8,3 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С.

Таким чином, об'єм холодного сусла для проєктованих сортів пива:

Львівське світле – 635,02· (1– 0,083) = 582,31 дм^3.

Фільтроване пиво. Витрати при фільтрації становлять до об'єму пива:

Львівського світлого – 1,3 %. За таких втрат кількість фільтрованого пива:

Львівське світле – 582,31· (1– 0,013) = 574,74 дм^3.

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму відфільтрованого пива при розливі у пляшки становлять для всіх найменувань пива 1,4 %, при розливі у кеги – 0,5 %. За умови, що Львівське світле пива розливається в пляшки – 4,48 млн. дал, в кеги – 1,12 млн. дал, що в процентному співвідношенні складає від загальної кількості Львівського світлого пива 4,2 млн. дал відповідно 80 % і 20

%. В цьому випадку середньозважені втрати Львівського світлого пива становлять:

80·0,014 +20·0,005 = 1,22 %.

Отже, кількість товарного пива буде:

Львівське світле – 574,74· (1– 0,0122) = 567,73 дм^3.

Визначення витрат хмелепродуктів і молочної кислоти

Хмелепродукти. За рецептурою прийнято використовувати 50 % гранульованого хмелю з вмістом ά-кислоти 9 % і 50 % хмелевого екстракту з вмістом ά-кислоти 51,9 %. За встановленими нормами їх витрати на 1 дал пива будуть:

Львівське світле. На 1 дал необхідно 0,2 г ά-кислоти, а на 61,060 дал – 12,21 г або 0,01221 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно – 0,04 кг ά–кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно 0,02·100/ 9 = 0,22 кг на 1 дал сусла і хмелевого екстракту – 100·0,02/51,9 = 0,04 кг на 1 дал сусла.

Молочна кислота. Витрачається для підкислення затору із розрахунку 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 % -ї молочної кислоти до маси зернової сировини.

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт 100/(100-86)=7,14. Кількість пивної дробини при фільтруванні затору утворюється:

Львівське світле – 23,99 · 7,14 = 171,29 кг.

Білковий відстій. Із 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від найменування пива отримають 1,75 кг відстою з вологістю 80 %.

Надлишкові дріжджі. Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА – 1,53 дм^3.

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина – залишкові. Кількість дріжджів, що йде у відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм^{3}на 0,01 і становить для пива:

Львівське світле – 567,73·0,01 = 5,680 дм^3.

Діоксид вуглецю. Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г зброджeної мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла:

Львівське світле – 582,31 ·1,0331 = 601,58 кг.

В ньому міститься екстрактивних речовин:

Львівське світле – 601,58·0,11= 66,17 кг.

При дійсному ступені зброджування Львівське світле 60 % утворюється діоксиду вуглецю:

Львівське світле – 66,17·0,60·176/342 =20,43 кг.

Частина діоксиду вуглецю, що утворюється (0,35 % від маси холодного сусла) зв'язується з пивом:

Львівське світле – 601,58 ·0,0035 = 2,11 кг.

Виділяється в повітря така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

Львівське світле — 20,43 –2,11 = 18,32 кг.

Маса 1 м^3 діоксиду вуглецю за температури 20 °С і тиску 0,1 МПа становить 1,832 кг. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

Львівське світле — 18,32·1,832 = 33,56 м^3.

Кількість утилізованого діоксиду вуглецю, що виділяється при головному бродінні, на 1 дал пива:

Львівське світле – 18320/56,77= 322,70 г.

Виправний брак пива. Утворення такого браку для всіх сортів пива за нормативами допускається до 2 % для всіх найменування пива.

Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Таблиця 1.5. – Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Назва продукту	Львівське світле		
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	4,48 млн. дал
Зернова сировина, кг:			
світлий солод	90	1,58	7078400
карамельний солод	–	–	–
житній	–	–	–
ферментований солод	–	–	–
ячмінне борошно	10	0,18	806400
Всього:	100	1,76	7884800
Інші види сировини, кг	–	–	–
Хмелепродукти:			
гранульований		0,22	985600
екстракт хмельовий		0,04	179200
Молочна кислота 100 %-на	0,08		6313,2
Проміжні продукти, $дм^3$:			
гаряче сусло	635,02	11,19	50131200
холодне сусло	582,31	10,26	45964800
фільтроване пиво	574,74	10,12	45337600
товарне пиво	567,73	10,00	44800000
Відходи:			
пивна дробина, кг	171,29	3,02	13529600
відстій білковий, кг	1,75	0,03	134400
надлишкові дріжджі, $дм^3$	5,68	0,1	448000
діоксид вуглецю,	18,32	0,32	1433600
відходи від полірування, кг	0,09	0,002	8960

1.3. Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Пляшки. Необхідна кількість пляшок визначають за формулами:

Nпл.заг = Q·100/(V(100-Кб)) шт.;

Nпл.нов= Q·(Кн + Кб)/(100V) шт.;

Nпл.об= Q/(Vn) шт.,

де Nпл.заг, Nпл.нов, Nпл.об – необхідна кількість пляшок відповідно загальна, нових і зворотних, шт.;

Q – річний випуск продукції в пляшках, дм^3; V=0,5 – місткість пляшки, дм^3; Кб= 3,09 – бій пляшок при зберіганні, митті і розливі, %; Кн = 5 – кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; n=40 – кількість обертів пляшок в рік.

За умови, що 7000000 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю 0,5 дм^3, отже, потрібна кількість пляшок місткістю 0,5 дм^3:

Nпл.заг = 7000000·100/0,5(100-3,09)=14,5 млн. пляшок;

Nпл.нов = 7000000·(5+3,09)/(100·0,5)=12,1 млн. пляшок;

Nпл.об = 7000000/(0,5·40)=350000 пляшок.

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю 0,5 дм3.

Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок:

14,5/(20·0,98) = 0,74 млн. ящиків.

Необхідно врахувати, що 90 % ящиків є оборотними, тому нових ящиків необхідно

0,74·(100 – 90)/100 = 0,074 млн. шт.

Необхідність в ящиках при 40 оборотах на рік складає пляшок

14,5/(40·20) = 0,018120 млн. шт. або 18125 шт.

Кронен-пробки і етикетки для пляшкової продукції. За нормами витрат на 1 дал пива необхідно 104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової продукції і в середньому 20,9 етикеток, що необхідно на річний випуск продукції:

кронен-пробок 14,5·1,045 = 15,16 млн. шт.;

етикеток 14,5·1,03 = 14,94 млн. шт.

Миття пляшок. В середньому лугу витрачається із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск продукції необхідно лугу:

14,5·1100 = 15950 кг.

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. Виходячи із того, що на 1000 пляшок витрачається 0,275 кг клею. На річний випуск пива необхідно декстрину:

14,5·0,275/1000 = 3988 кг;

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 1. 6.

Таблиця 1.6 – Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари	
	добу	рік
Скляні пляшки, млн. пляшок:		
загальна кількість	0,04	14,5
нові	0,03	12,1
оборотні	0,0009	0,35
Ящики, млн. ящиків:		
загальна кількість	0,0021	0,74
нові	0,00021	0,074
оборотні	0,00005	0,018
Кронен-пробки, млн. шт.: на скляні пляшки	0,042	15,16
Етикетки, млн. шт.: на скляні пляшки	0,041	14,94
Каустична сода, кг	0,000044	0,016
Клей декстрин, кг: скляні пляшки	10,92	3988

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Пиво – це слабоалкогольний напій, одержаний із солоду і непророщених зернових культур (ячмінь, пшениця, кукурудза, рис, тритикале тощо) спиртовим зброджуванням охмеленого сусла пивними дріжджами.

Дуже важливо, що пиво містить біологічно активні речовини, у тому числі вітаміни (тіамін, рибофлавін, нікотинова кислота), а пивні дріжджі – в значній кількості вітамін В1.

Одним із важливих компонентів пива є хміль. Він не тільки надає напоєві гіркуватого приємного смаку й особливого аромату, а й використовується як консервант, що гальмує шкідливе для пива молочнокисле бродіння. Гіркота та антисептичні властивості хмелю зумовлені хмелевими кислотами.

Пиво містить значний набір поліфенолів. Неабияке значення мають дубильні речовини, антоціаногени, власні флавоноїди та кислоти дубильних сполук. Представниками групи фенольних сполук є кверцетини, катехіни, кислоти дубильних речовин та ін. Всі ці речовини корисні для людського організму, оскільки виявляють значну антирадіаційну дію.

Випускають пиво світлих і темних сортів з малим і високим вмістом спирту (від 2,5 до 8 %) з легким або яскраво вираженим хмельовим смаком і ароматом. Охмілення пиву надає смак хмелю.

До IX сторіччя в якості додаткового компоненту пива використовували різні трави: полин, вереск, лавр тощо. Першими вирощуванням хмелю розпочали баварці. За німецькою легендою, хмільний напій винайшов казковий герой Габрінус – покровитель пивоварів. Як свідчать історичні джерела, в нього був реальний прототип – герцог Ян Примус, великий цінитель пива. Склад «правильного» пива (ячмінь, хміль, вода) був встановлений «Законом про чистоту пива», прийнятим 1516 року баварським герцогом Вільгельмом.

Основною сировиною для виробництва пива є солод, виготовлений із пророщеного і висушеного у спеціальних умовах ячменю. Крім солоду, використовують воду, хміль, різні зернові культури (ячмінь, пшениця, кукурудза, рис, тритикале), дріжджі, концентрати із пророслого зерна,

ферментні препарати, цукор.

Пивоварний ячмінь, порівняно з іншими зерновими культурами, які використовуються у пивоварінні, має суттєві переваги: росте практично повсюди, невибагливий до ґрунтово-кліматичних умов; легко переробляється для одержання солоду; оболонки подрібненого ячмінного солоду розпушують шар дробини, що забезпечує добре фільтрування сусла при розділенні затору. Склад ячмінного солоду та його ферменти дають можливість одержати пиво з найкращими якісними показниками.

Ячмінь належить до родини злакових і за морфологічними ознаками поділяється на дворядний і багаторядний. Залежно від часу висівання ячмінь буває ярий та озимий. Ячмінне зерно являє собою довгасту зернівку завдовжки близько 10 мм і завтовшки 3…4 мм і складається з трьох основних частин: зародка, ендосперму та оболонок. Зародок, який є зачатком майбутньої рослини, міститься на спинному боці основи зерна. Ендосперм – борошниста частина зерна, клітини якої заповнені крохмальними зернами. Зовнішня частина ендосперму являє собою алейроновий шар, у якому містяться ферменти – природні біологічно активні каталізатори білкового походження. Зерно захищають від пошкоджень і охороняють зародок від проникнення шкідливих для нього речовин оболонки: зовнішня – квіткова плівка, потім зрослі плодова та насінна.

Пивоварений ячмінь характеризується якісними показниками:

– пророщуваність – повинна складати 90...95%, тобто прорости повинно 90….95 зернин зі ста;

– екстрактивність – характеризується кількістю сухих речовин (65...80%), що здатні перейти в розчинний стан під дією ферментів солоду, залежить від сорту ячменя та місця його вирощування; чим вища екстрактивність солоду, тим більший вихід пива:

Ячмінь складається із 82….88% сухої речовини і 12….18% води. До органічних речовин належать в основному вуглеводи і білки, а також жири, поліфеноли, органічні кислоти, вітаміни тощо. Неорганічні речовини – це

фосфор, сірка, кремній, калій, магній, кальцій, залізо, хлор. Деяка частина їх зв'язана з органічними сполуками. Середній хімічний склад ячмінного зерна характеризується такими даними, відсотки на суху речовину: крохмаль – 45…70, білок – 7….26, пентозани – 7….11, цукроза – 1,7….2, целюлоза – 3,5….7, жир – 2…3, зольні елементи – 2…3.

В ячмені в основному переважають водорозчинні цукри та поліцукриди. До останніх належать крохмаль і некрохмальні поліцукриди: целюлоза, геміцелюлоза, гумі- та пектинової речовини. Основною частиною поліцукридів є крохмаль, який відкладений у клітинах ендосперму у вигляді крохмальних зерен. Крохмаль є гомополіцукридом, що складється із залишків глюкози. Проте за типом будови молекул і ступенем полімеризації це суміш двох поліцукридів - амілози та амілопектину.

Азот, що міститься у ячмені у всіх формах, складається з білкового і небілкового. Білковий (або амінний) – це азот, що входить до складу аміногруп амінокислот. Загальний азот – сумарний вміст амінного, амонійного та мінерального. Небілкового азоту в ячменях дуже мало.

Хміль на рівні з водою та солодом є теж основним видом сировини для виробництва пива. Завдяки вмісту гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів він – незамінна сировина для виробництва пива. Саме хміль найбільшою мірою зумовлює характерні специфічні властивості пива: поряд із неповторними смаковими та ароматичним якостями воно набуває здатності протистояти помутнінню в процесі зберігання, поліпшується ціноутворення і піностійкіість напою.

Вміст води в пиві – 90 %. У першу чергу необхідна мала жорсткість води. Важливим є також показник бактеріального обсіменіння води колі-титр і колі-індекс відповідно 300 і 3. Для готування темних сортів пива рекомендується вода з твердістю 3,5 ... 7 мг-екв/л, для світлих сортів не більш ніж 1,8 мг-екв/л. Звичайну питну воду не можна використовувати без зм'якшення. Низька жорсткість води забезпечує краще протікання процесу екстрагування, сприяє м'якості смаку напою.

Виробництва пива включає такі технологічні процеси: приготування пивного сусла, зброджування сусла, доброджування і дозрівання пива, освітлення і розливання пива в пляшки або кеги (рис.3.1).

Приготування пивного сусла складається з п’яти стадій:

Підготовка зернопродуктів (очищення, сортування, подрібнення); переведення екстрактивних речовин зернопродуктів (крохмаль, білки) у розчин тобто сусло (затирання); фільтрування затору (відокремлення сусла); охмеління сусла в результаті його кип’ятіння з хмелем або хмелевими препаратами; освітлення й охолодження сусла.

Найважливішим технологічним процесом приготування сусла є перетворення ферментативних компонентів солоду і його замінників (ячмінь, пшениця, рис, кукурудза, сорго, третикале та інші зернові культури) в розчинений екстракт.

Перед подрібненням солод і його замінники очищають від пилу, органічних і неорганічних домішок. Для очищення зернопродуктів використовують повітроситові сепаратори з магнітними пристроями, рухомими ситами та пиловіддільниками. Солод перед подрібненням зволожують, завдяки чому оболонка стає м’якшою і краще відокремлюється від ядра, утворюючи оптимальний шар під час розділення затору на сусло і дробину.

Метою подрібнення солоду і зернопродуктів є створення найсприятливіших умов для дії води ферментів на фракції помелу, а також прискорення фізичних і хімічних процесів, чим забезпечується швидке розчинення речовин та ферментативне перетворення нерозчинних сполук (крохмаль білки тощо) на розчині. Потрібно добитися повного переведення екстракту зерно продуктів у сусло.

Під час подрібнення зернопродуктів, як і солоду, оболонка повинна залишатися у вигляді якнайбільших часточок, що забезпечує не тільки утворення оптимального пухкого фільтрувального шару, а й значно знижує перехід у сусло небажаних речовин.

Суміш подрібненого солоду з водою називається затором, а розчин

отриманий після затирання та відфільтрований від нерозчинних речовин (дробини) – суслом. Розчинні речовини сусла називаються екстрактом.

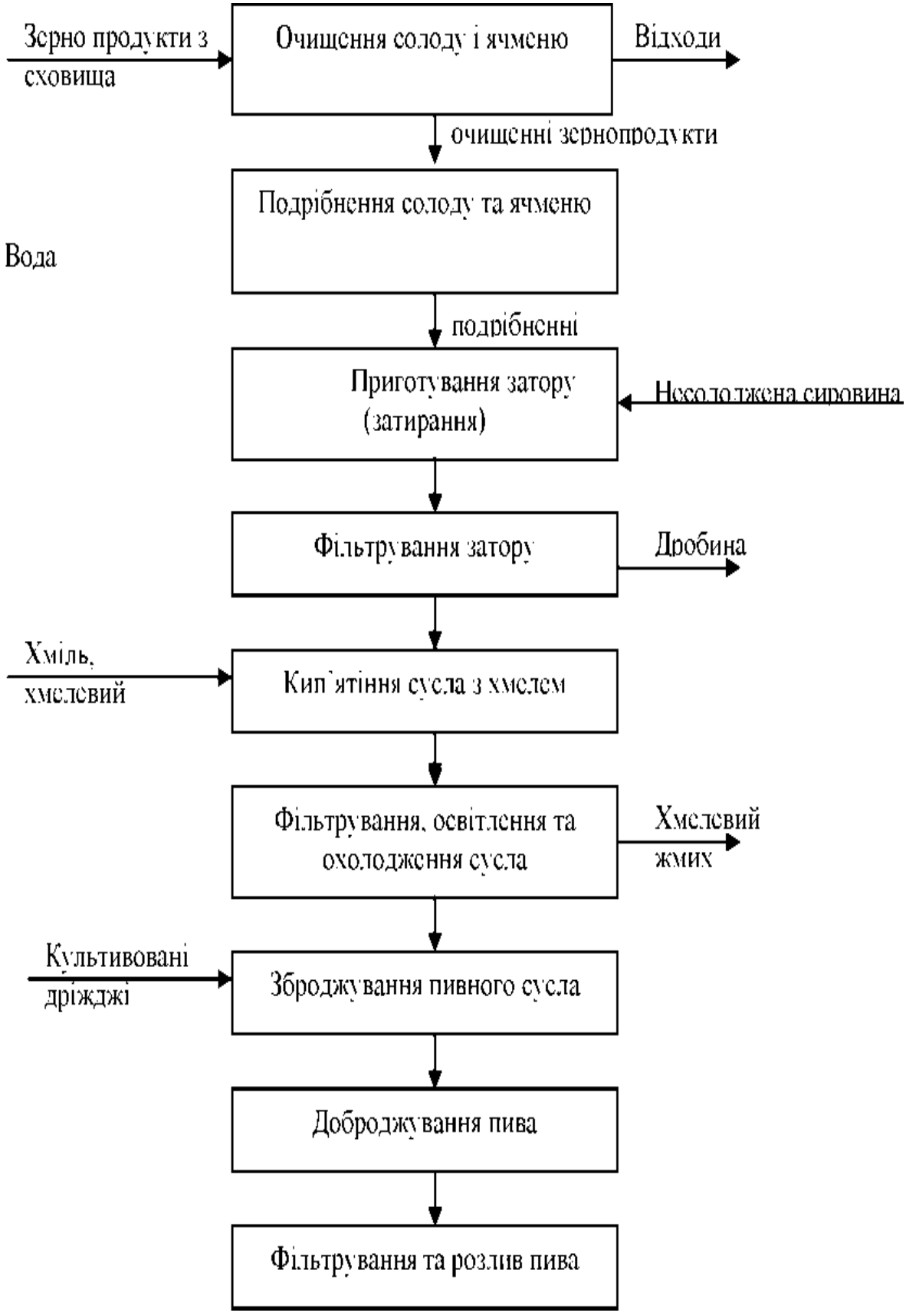

Рис. 3.1. Типова блок–схема технології виробництва пива

У пивоварінні застосовують два способи затирання: настійний і відварний.

За настійного способу для приготування затору використовують воду, підігріту до такої температури, щоб початкове її значення під час змішування з солодом було 40 °С. У заторний апарат набирають половину розрахункової кількості води, а потім – одночасно подрібнений солод і залишок води при перемішуванні. Затір витримують 30 хв при температурі 40 °С. У процесі перемішування його підігрівають до 52 °С зі швидкістю 1 °С за хвилину і для ефективності дії пептидаз при цій температурі роблять паузу на 30 хв. Далі масу підігрівають до 63 °С (мальтозна пауза) витримують 30 хв, потім – до 72 °С і витримують до кінцевого оцукрювання, яке визначають за йодною пробою. Оцукрений затір нагрівають до 76... 78 °С і перекачують у фільтраційний апарат на фільтрування.

Одновідварний спосіб полягає в тому, що в заторний апарат набирають половину усієї води, яку витрачають на один затір, нагрівають її до такої температури, щоб після внесення подрібненого солоду температура затору досягла 50...52 °С. Потім вмикають мішалку і спускають в апарат із бункера подрібнений солод, одночасно подаючи решту води.

Температуру заторної маси після розмішування встановлюють у межах 50… 52 °С, що відповідає оптимуму для дії протеолітичних ферментів. При цій температурі затір витримують 30 хв (білкова пауза), потім при вимкненій мішалці спускають у відварний апарат 1/3 густої маси. Цю частину затору називають відваром. У відварному апараті заторну масу при перемішуванні підігрівають до 62...63 °С і витримують 20 хв (мальтозна пауза), далі температуру підвищують до 70...72 °С і витримують 15 хв для оцукрювання крохмалю. Після оцукрювання масу нагрівають до кип'ятіння і кип’ятять 20 хв при працюючій мішалці. Щоб зберегти активність ферментів в основному заторі, відвар перекачують у заторний апарат повільно, спрямовуючи його у центр апарата для кращого перемішування. Одновідварний спосіб застосовують тільки для перероблення добре розчиненого солоду з високою оцукрювальною здатністю.

Двовідварний спосіб затирання дає змогу переробляти солод різної якості, при цьому температурний режим затирання може змінюватися.

Тривідварний спосіб застосовують в основному для виготовлення темних сортів пива й перероблення погано розчиненого солоду з метою підвищення виходу екстракту.

В пивоварній промисловості як несолоджену сировину в основному використовують пивоварний ячмінь другого сорту (із зниженою здатністю до проростання), а також борошно кукурудзяне, пшеничне та з інших зернових культур. Для успішного ферментативного гідролізу білків і крохмалю використовують ферментні препарати.

Застосування екологічно чистих ферментних препаратів у пивоварінні не знижує якості кінцевого продукту, підвищує його стійкість і збільшує прибутки.

Відфільтроване сусло, що надходить із фільтраційного апарата або фільтрпреса, кип'ятять з хмелем у сусловарильному апараті близько 2 годин. Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його складу, упарювання до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків та стерилізація сусла для забезпечення чистого бродіння й одержання стійкого продукту.

Після кип'ятіння сусло пропускають через хмелевіддільник, а потім направляють на охолодження та освітлення, метою яких є зниження температури від 100 до 6 або 15 °С (залежно від методів бродіння), насичення сусла киснем повітря, щоб в аеробних умовах бродіння дріжджі активно розмножувались, і осадження завислих часточок. Повне освітлення сусла під час охолодження усуває труднощі, що виникають у процесі основного бродіння, а також запобігає помутнінню та інфікуванню пива.

Зброджування пивного сусла проходить у бродильних апаратах різних типів. Збудниками бродіння є дріжджі, які являють собою одноклітинні мікроорганізми рослинного походження.

Розмноження і ріст дріжджів здійснюються завдяки асиміляції розчинних у

суслі поживних речовин, а хімічна енергія для цього виробляється у клітині. Одночасно з асиміляцією в організмі клітини відбуваються процеси дисиміляції, тобто розпад речовин, що супроводжується виділенням енергії, яка використовується для синтезу з метою підтримання життя клітини. Отже, обидва процеси – асиміляція і дисиміляція – взаємопов'язані й здійснюються у клітині одночасно.

Розрізняють дріжджі верхового та низового бродіння. Одною із характерних відмінностей даних дріжджів є те, що в процесі верхового бродіння дріжджі піднімаються наверх сусла, а в процесі низового бродіння дріжджі осідають на дно, утворюючи чисте освітлене і прозоре пиво з повним смаком і ароматом. Температура верхового бродіння – 14...20 °С, а низового – 9...14 °С.

Під час бродіння сусла пиво насичується діоксидом вуглецю до 0,2 % і після витримування у відділенні доброджування при температурі близько і тиску до 0Д3 МПа кількість $C0_2$ збільшується до 0,3.. Д40 % мас.

Сучасна прискорена технологія пива характеризується суміщенням бродіння і доброджування у циліндро-конічному бродильному апараті (ЦКБА). Суть її полягає в тому, що в одному апараті великої місткості (від 100 до 3000 м) суміщують два ступені: головне бродіння і доброджування. Весь біотехнологічний процес триває 14...15 діб замість 28.

З першим суслом у конічну частину апарата вводять сильнозброджувані дріжджі (0,5...1 л на 1 гл сусла) і проводять аерацію стерильним повітрям. Температура бродіння підтримується в інтервалі 9... 14 °С і регулюється подачею холодоагента (через зовнішні пояси або виносний теплообмінник). Закінчення бродіння визначають за встановленим для кожного сорту зменшенням масової частки сухої речовини у пиві протягом 24 год на п'яту добу досягають видимої кінцевої масової частки 2,2...2,5 % сухої речовини. Потім пиво охолоджують до утворення щільного осаду дріжджів при температурі 0,5... 1,5 °С. У циліндричній частині температуру 3...4 °С підтримують протягом 6...7 діб, а потім знижують до 0,5...1,5 °С і проводять

процес добродження пива. Дріжджі знімають з конічної частини через 10 діб від початку бродіння.

У класичній технології дотримуються двоступеневого бродіння, за яким відразу після головного бродіння в окремих апаратах (перший ступінь) молоде пиво звільняється від основної маси дріжджів, охолоджується та добродже (другий ступінь) і дозріває в спеціальних апаратах. Метою добродження є завершення розпочатого під час головного бродіння біохімічного перетворення дріжджами, що залишилися, решток екстракту в кінцеві продукти – діоксид вуглецю, спирт, ефіри, альдегіди, вищі спирти, органічні кислоти, амінокислоти тощо. При цьому діацетил перетворюється на ацетоїн, відбувається остаточне формування аромату, смаку, піностійкості й стійкості пива.

Під час добродження пива в горизонтальних або вертикальних апаратах відбуваються ті самі біохімічні процеси, що й під час головного бродіння, але через низьку температуру і невелику кількість дріжджових клітин вони значно сповільнені. Вміст розчинного діоксиду вуглецю збільшується від 0,2 до 0,4 % за оптимального тиску в апараті 0,04...0,07 МПа.

Після дозрівання пиво витримують, фільтрують, охолоджують і для підвищення його стійкості обробляють протеолітичними ферментними препаратами. Осідання і своєчасне виділення дріжджових клітин сприяють виключенню складних хімічних перетворень, що суттєво впливає на формування смаку та аромату пива, головним чином за рахунок утворення ароматичних спиртів та ефірів.

Після витримування пиво фільтрують через діатомітові, мембранні або інші фільтри з метою видалення макромолекул білків, дріжджових клітин, білково-дубильних сполук та хмелевих смол.

Готове пиво після добродження і дозрівання для підвищення його стійкості при зберіганні, направляють на фільтрування на діатомітових фільтрах.

Сучасні діатомітові фільтри за конструкцією поділяються на три групи: вертикальні ситові, горизонтальні рамні з несучими пластинами, горизонтальні або вертикальні, що самоочищаються.

Фільтрувальна діатомітова установка складається з фільтра, дозатора змішувача й насоса для подачі суміші пива з діатомітовим порошком.

Найширше застосовують горизонтальні рамні фільтри, які являють собою фільтрпрес, що складається із стальних рам з вкладними пластинами, на які намивають шар діатоміту під тиском 0,16–0,20 МПа шляхом прокачування суміші води і діатоміту, внаслідок чого на пластинах утворюється фільтрувальний шар, через який потім фільтрують пиво.

Відфільтроване пиво перед розливом зберігають у форфасах при температурі 0–2° С для відпочинку протягом 2–8-ми год. при тиску 0,25–0,30 МПа. Щоб обмежити окислення пива, протитиск у них створюють діоксидом вуглецю і ним же видавлюють на розлив.

Тара для розливу пива та її підготовка до розливу

Пиво розливають у різну тару: скляні пляшки, жерстяні банки, ПЕТ–пляшки, кеги, ізобаричні цистерни.

Пивні пляшки повинні відповідати високим вимогам, повторно можна використовувати пляшку до 20 раз. Вони повинні бути з однорідного скла, без розколин, повітряних бульбашок, повинні витримувати тиск 0,8 МПа, мати коричневий або зелений колір, який обмежує проходження світлових променів зі шкідливою довжиною хвиль.

Пляшки перед використанням потрібно добре вимити. Для цього використовують комбіновані відмочувально-шприцювальні машини. Термін перебування пляшки в машині 15 – 30 хв. Продуктивність машини становить 6, 12, 24 і більше тис. пляшок на годину та залежить від довжини касет (ширини машини), тобто від кількості пляшок ряду і кількості касет.

Робочі операції під час роботи машини:

– автоматичне завантаження пляшок у касети мийної машини з накопичувального столу;

– попереднє шприцювання пляшок водою з температурою 35–45 °С;

– відмочування пляшок у лужному розчині при температурі 55–60 °С;

– відмочування етикеток з пляшок лужним розчином з температурою 60°С і вивід їх до спеціального збірника;

– відмочування пляшок у спеціальній лужній ванні при температурі 70 – 75 °С;

– зовнішнє та внутрішнє миття лужним розчином за температури 80–85°С;

– миття пляшок від лужних залишків, зовнішнє ополіскування і внутрішнє шприцювання водою з температурою 50 °С;

– теж саме за температури 50–35 °С;

– теж саме за температури 15–10° С;

– внутрішнє шприцювання біологічно чистою водою;

– автоматичне вивантаження на стрічковий транспортер.

Мийні засоби повинні володіти хорошими змочувальними, емульсійними і розчинними властивостями. Найчастіше використовують 1-2 % розчин їдкого натру, препарат «Саппор», який являє собою однорідний білий порошок із слабким запахом хлору. Робочий розчин готують з 0,5 % розчину каустичної соди і 0,5 % розчину «Саппор». Розлив пива і напоїв в пластикові пляшки. ПЕТ–пляшки виготовляють з поліетилентерефталата (поліефір, конденсований при плавленні з етиленгліколя і терефталевої кислоти) багаторазові та одноразові. Велике значення для властивостей матеріалу має орієнтація молекул в процесі виготовлення пластикових пляшок. Пляшки з аморфно застиглого ПЕТ не можна мити при температурі вище 59° С, тому що при більш високій температурі вона починає деформуватися. Виготовляють ПЕТ пляшки з преформ на видувних машинах безперервної дії продуктивністю до 28800 пл./год. Преформа для виготовлення пляшки надходить в Україну з Бельгії, Німеччини та інших країн. На спеціальному автоматі поступово розігрівається до 106 °С (проходить нагрівання в дев’яти зонах), потім охолоджується

очищеним стерильним повітрям (для його очищення використовується синтапоновий бактеріальний фільтр для повітря, який міняють 1 раз в 3–4 дні.

Розлив пива в банки 250 і 500 $см^3$. Для їх виготовлення використовується стальний або алюмінієвий лист, а для кришок завжди алюмінієвий.

Розлив у кеги. 30 і 50–літрові кеги – це циліндричні металеві ємності з герметично закритою внутрішньою частиною, які миються і заповнюються через фітінги. Фітінг з'єднують з трубкою подачі рідини, яка дістає до дна кега. Кег постійно знаходиться під тиском і тому втрата тиску свідчить про його негерметичність. Кеги виготовляють з алюмінію і нержавіючої сталі.

Принцип ізобаричного розливу пива Відділення для розливання пива у різну тару являє собою по суті окреме виробництво. До лінії розливу пива входять: автомати для розформування пакетів ящиків з пляшками, що надходять від споживачів, автомати для виймання пляшок з ящиків, пляшкомийні машини, розливні та закупорювальні машини, автомати для наклеювання етикеток, автомати для вкладання наповнених пляшок у ящики, а також машини для формування ящиків у пакети. Всі машини з'єднуються між собою відповідними транспортними засобами і потребують певної відстані одна від одної. Для економії площ приміщення, автомати для розформування пакетів ящиків розміщують у тарному складі, а автомат для формування пакетів – у складі готової продукції.

При розливі пива необхідно, перш за все, задовольнити вимогам збереження фізико-хімічної рівноваги, яка встановилась при бродінні і дозріванні, і тому необхідно, щоб тиск при фільтруванні і розливі не падав нижче значення, яке встановилось в апараті під час доброджування. Ось чому завжди працюють з протитиском повітря, а краще діоксидом вуглецю, від 0,07 до 0,15 МПа. При цьому в момент подачі пива спочатку автоматично вирівнюється тиск у тарі до тиску в резервуарі, з якого пиво розливається. Тобто пиво розливають за ізобаричних умов.

Якість пива при його розливі може значно знизитися від контакту його з киснем повітря внаслідок окислення редукуючих речовин, що супроводжується

зміною окисно-відновного потенціалу (з 10 до 17). Окиснення негативно впливає на смак пива, тому що при цьому поліфенольні і гіркі хмельові речовини набувають неприємного смаку, а при окисненні летких речовин хмелю погіршується й аромат. Найбільш ефективним заходом для зниження вмісту повітря у пиві є розлив під тиском діоксидом вуглецю, а невелику кількість повітря у пляшці можна нейтралізувати додаванням до пива сильно редукуючої речовини (вітамін С).

За принципом розливу, розливні автомати поділяються:

– за тиском при наповненні пляшок;
– за способом кількісного дозування напою;
– за температурою;
– за попередньою обробкою пляшок.

Існує три способи дозування заданої кількості напою:

– за рівнем;
– за об’ємом;
– за масою.

Стійкість пива. Для підвищення стійкості пива при зберіганні використовують різні способи:

1. Після основного фільтрування пива, його додатково пропускають через освітлюючий (КФО-1) або знепліднюючий (КФО-2) кордон.

2. Пастеризація пива в потоці при температурі 70–72° С протягом 30 с. і охолодженням до температури 3° С у спеціальних теплообмінниках. Збірники і трубопроводи повинні бути максимально стерильними.

3. Пастеризація пива в пляшках в спеціальних пастеризаторах при температурі 63–65° С протягом 20–25 хв.

4. Пастеризація в потоці температурі 69,5°С, t_K = 2,8°С, потужність установки Alfa Laval – від 7 до 15 т/год.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Техніко-економічне обгрунтування

Машина для наповнення банок KHS Delta D40 є розливною машиною з кільцевим резервуаром. Вона відрізняється оптимальним, дбайливим фасуванням розливаючого продукту і дуже високою продуктивністю при наповнені банок напоєм. Оскільки розливні елементи опускаються на банку, і не потрібно елементів для підйому банок. Банки проходять через машину на однаковому рівні, без підйомного руху. Машина для наповнення банок KHS розрахована спеціально для прямого під'єднування до банкозакаточної машини.

На теперішній час в харчовій галузі використовується велика номенклатура розливочного устаткування, яка відрізняється за принципом дії і за конструкцією виконання. Наведемо деякі приклади.

Наповнення банок

При розливі в тонкостінні банки виникає ряд проблем:

– Якщо банку притискувати до наповнюючого пристрою з тим же тиском, що і пляшку, то банка неминуче буде зім'ята оскільки вона витримує набагато менше подовжнє навантаження.

– Якщо банку, як і пляшку, піддати попередньому вакуумуванню, то стінки її під дією вакууму обов'язково вігнуться в середину.

У зв'язку з цим вирішальним конструктивним рішенням для розливу в банки стало зменшення подовжнього навантаження шляхом введення камери для вирівнювання тиску (рис.3.1). Ця врівноважуюча камера служить для того, щоб максимальне осьове навантаження діяло на банку лише в процесі наповнення, тобто там, де банка стабільна під дією внутрішнього тиску.

Наповнення банок спочатку здійснювали через довгу трубку, а потім стали використовувати і спосіб наповнення через безліч коротких наливних трубок.

На всіх сучасних розливних автоматах для банок розливний напій направляється по стінках банки у вигляді тонкої плівки рідини. За способом дозування розрізняють дві групи розливних автоматів:

– наповненням по висоті (рівню);

– з наповненням за об’ємом.

Як і при розливі в пляшки, більше розповсюджені рівневі автомати. Процес наповнення банки закінчується, коли рідина досягне нижнього краю трубки для виходу газу. В об’ємних блоках розливу існують дві можливості:

– на той час, коли закінчується попередній процес наповнення, бажаний об’єм рідини збирається в окремій місткості дозування;

– коли об’єм точно заміряний, процес наповнення здійснюється дуже швидко, оскільки в кінці наливу потік рідини вже не потрібно дроселювати;

– точно заміряти об’єм можна, наприклад за допомогою індукційного витратоміра (IDM).

Не дивлячись на те що основні етапи процесу наповнення аналогічні тим, що використовуються при розливі в пляшки, а саме:

– промивка CO_2 (або паром) і створення протитиску CO_2;

– сповільнене наповнення і прискорене;

– сповільнення швидкості наповнення і встановлення точного рівня наповнення;

– повільне скидання тиску щоб уникнути вспінювання при розливі в банки існують свої допоміжні особливості;

– маса порожніх банок дуже мала, в зв’язку з чим переміщати їх слід дуже спокійно і надійно;

– через велике радіальне прискорення в крупних розливочних автоматах або через сильну тягу повітря банки можуть бути скинуті з їх шляху руху;

– порожні банки для наповнення не піднімаються – натомість наповнюючі пристрої опускаються на них, встановлюючи герметичне з’єднання між банкою і наповнюючим патроном;

– утворення з’єднання «банка – наповнюючий патрон» є дуже відповідальною операцією, оскільки банка через дуже тонкі стінки може бути сплющена.

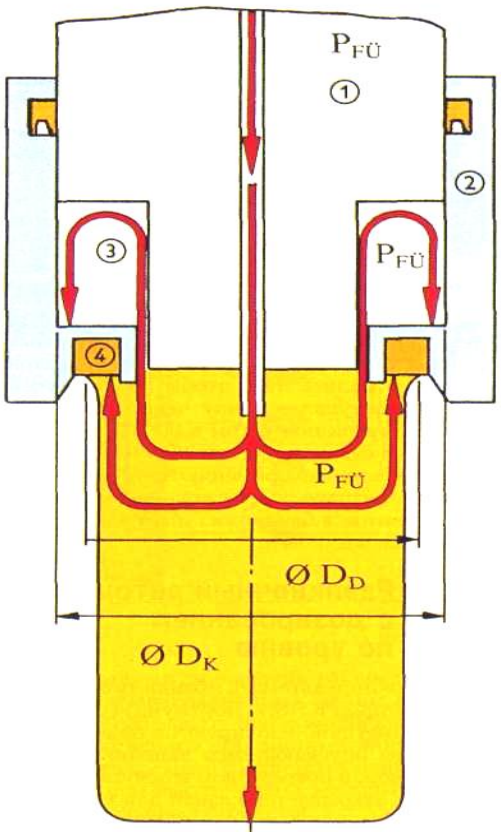

Рис.3.1. Камера для вирівнювання тиску:

1 – наповнюючий патрон; 2 – центруючий колокольчик; 3 – камера для вирівнювання тиску; 4 – ущільнююче кільце

До недавнього часу наповнювальні патрони баночних розливних автоматів конструювалися так, щоб розливаний напій поступав в банку через 14-16 маленьких трубок під кутом в 30-45° і стікав вниз по її стінках (рис.3.2 і рис.3.3). Такі автомати широко застосовуються і в даний час, проте у більш сучасних автоматів напій в банки поступає у вигляді тонкої плівки рідини.

У розливочного автомата в банки типу Innofill EM-D (Фірма KHS, Дортмунд) (рис.3.4) банки герметично ізолюються від навколишнього середовища наповнювальним пристроєм, що опускається і за допомогою комутаційної шестерні відкривається клапан для промивки CO_2 (1). Вже при опусканні наповнюючого пристрою з розподільного резервуара починає поступати інертний газ (частіше всього CO_2) проходячи через клапан для створення протитиску і трубку повернення газу в банку.

Рис.3.2. Клапан з наливними трубками (KHS, Дортмунд)

Тим самим те, що заходить в банку повітря витісняється через клапан в канал для відводу відпрацьованого газу.

Про вакуумування, як вже відомо, тут мова не йде. Для створення протитиску клапан повернення газу закривається; через клапан для створення протитиску в банку продовжує поступати CO_2, підвищуючи внутрішній тиск в ній до тих пір, поки не встановиться тиск, рівний тиску CO_2 в розподільчому резервуарі (2).

Після вирівнювання тиску під дією пружини відкривається продуктовий клапан, і починається власне процес наповнення. Продукт витікає через кільцевий зазор і спокійно стікає по стінках банки у вигляді рідкої плівки тоді як CO_2 по своєму каналу повертається з банки в резервуар (3). Процес наповнення закінчується, коли розливаний продукт закриє шлях для повернення газу (4). Весь процес наповнення триває приблизно 5 с.

Комутаційна шестерня закриває продуктовий клапан і трубку повернення газу (5). Для зняття тиску (6) з головної частини банки надлишок CO_2 відводиться в розвантажуючий канал за допомогою розвантажувального клапана. Піноутворення при знятті тиску дуже повільне.

В конструкціях розливних автоматів з промивкою парою на першому етапі включається парова обробка банок. При визначеній тривалості обробки парою можна досягти повної стерильності банок, причому одночасно витіснятися повітря.

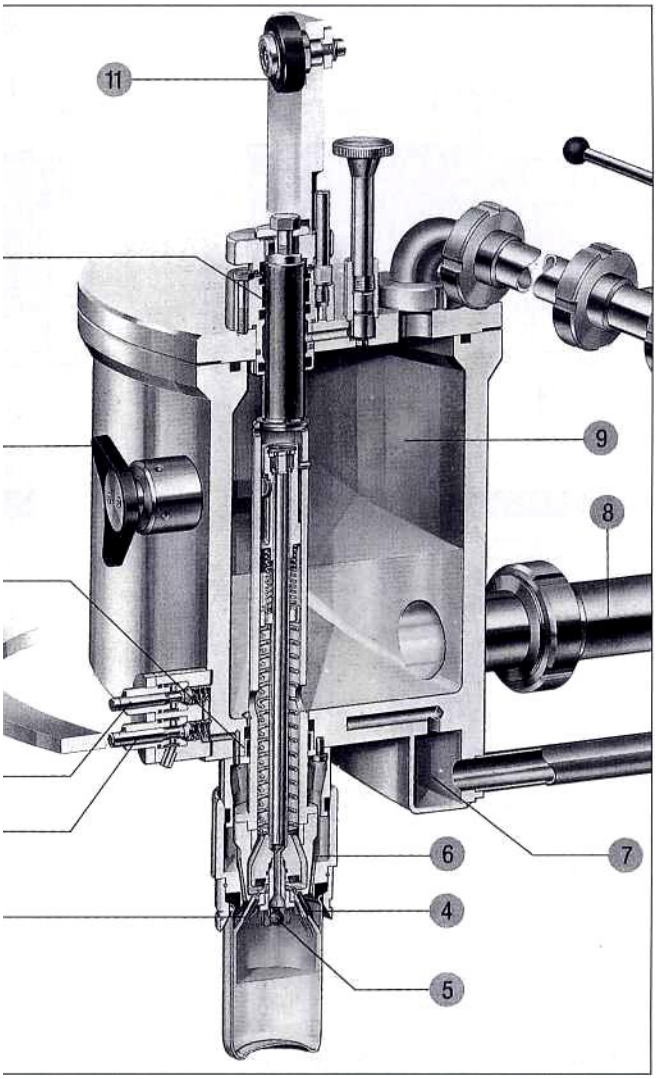

Рис.3.3. Наповнюючий пристрій для банок в розподільному резервуарі розливного автомата:

1 – перекидний важіль для управління клапаном; 2 – клапан для управління потоками середовищ CO_2 і CIP; 3 – клапан для скидання тиску; 4 – наливні трубки; 5 – трубка, що налагоджується, для повернення повітря з кульовим затвором; 6 – камера дифференціального тиску / центрирующий стакан; 7 – канал CO_2 і CIP; 8 – подача пива; 9 – кільцевий розподільчий резервуар для пива і CO_2; 11 – ролик для підняття наливного клапана; 12 – рухоме кріплення наливного клапана в кільцевому розподільчому резервуарі

Зміна висоти

Оскільки для наповнення банки не піднімаются, то при зміні типорозміру банок необхідно змінити робочу висоту наповнюючого пристрою. При цьому вся верхня частина, включаючи кільцевий розподільчий резервуар і наливні

клапани, виводиться на потрібну висоту за допомогою шпінделів і зубчатих вінців. Для мінімалізації потрібного на це часу відповідні дані про можливу висоту банок закладаються в обчислювальний пристрій.

В даний час змінити рівень наповнення банок можна одним натисненням кнопки. Рівень наповнення в банку при цьому може регулюватися в межах ±1,5 мм

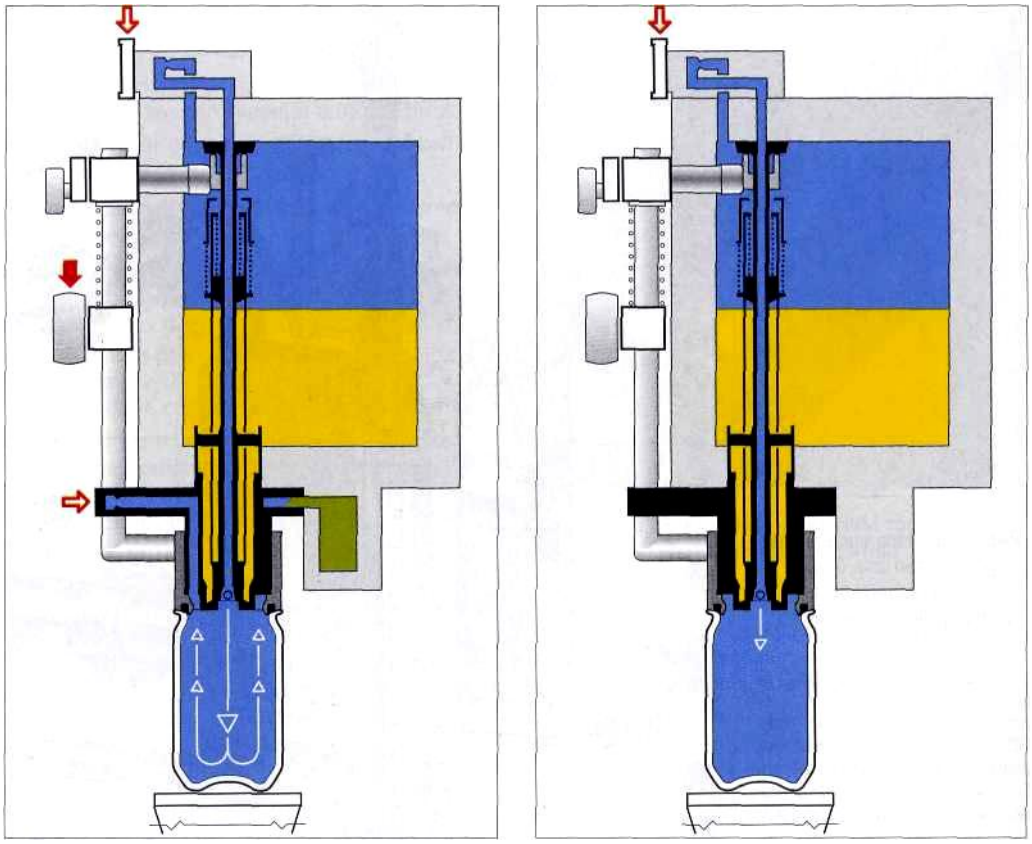

Рис.3.4. Основні етапи процесу наповнення банок (тип EM-D, фірма KHS, Дортмунд).

Розливний автомат з дозуванням за об’ємом

Банки завжди наповнюють до заданого рівня, визначуваного положенням трубки повернення газу або даними електронного датчика.

Для збереження точного рівня наповнення процес розливу слід до кінця уповільнювати, що означає втрату часу і отже, зниження продуктивності автомата.

Для вирішення подібної проблеми був розроблений спосіб наповнення, при якому вимірюється заздалегідь певний об’єм рідини. Завдяки цьому

– заміряний об’єм рідини швидко виливається в банку;

– наступний об’єм наповнення може бути зміряний, поки опускається вже наповнена банка, а наступна підіймається до наповнювальному пристрою.

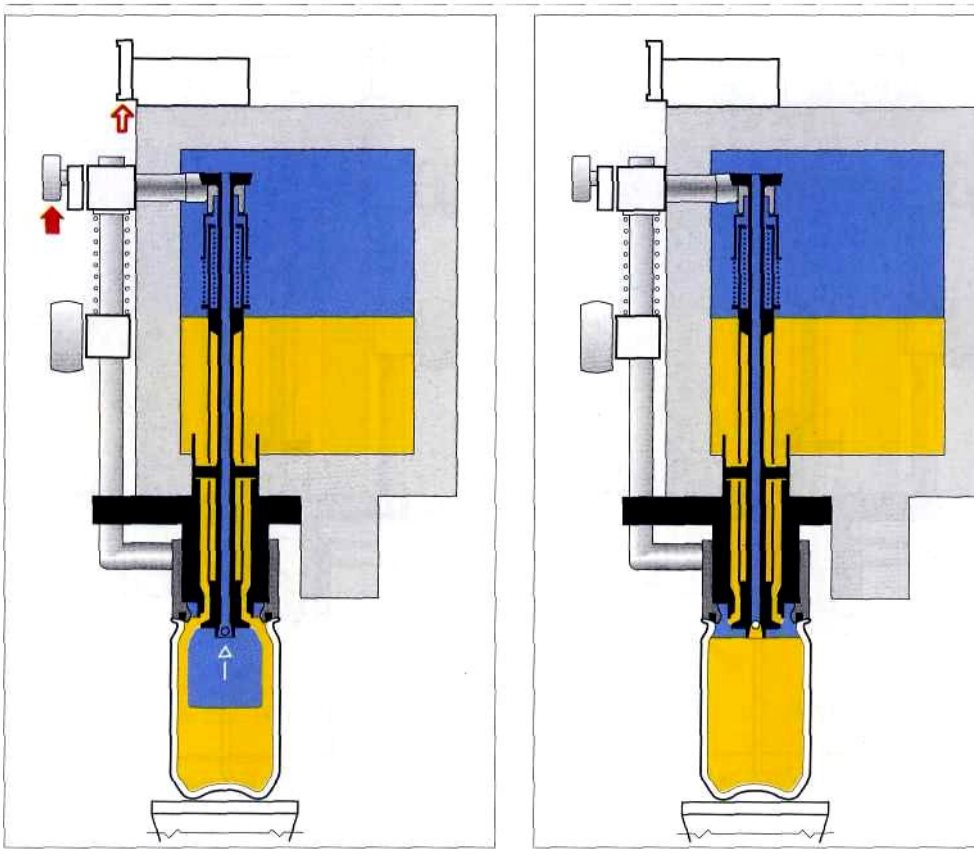

Рис.3.5. Основні етапи процесу наповнення банок

Такий спосіб розливу називають розливом з дозуванням за об’ємом.

В системі наповнення банок типу VOC (фірма Krones, Нойтраублінг) (рис.3.6 і рис.3.7) вимірювання об’єму відбувається у вузькій вимірювальній камері (1) за допомогою поплавкового датчика з високою роздільною здатністю (3). При цьому точність об’єму наповнення лежить в межах менше 1,5 мл. Вимірювальна камера при відкритому клапані (4) заповнюється знизу (5) без турбулентних завихрень і потім знаходиться в очікуванні початку процесу наповнення з вже заздалегідь підготовленою кількістю продукту.

Можлива попередня обробка парою повинна гарантувати, що все ще залишені в банці мікроорганізми будуть знищені, проте без подібної обробки

можна обійтися, якщо передбачається, що банки з продуктом надалі будуть пастеризуватися.

Етап 2: перша стерилізація парою

Банка щільно притискається і приблизно через 1с. стерилізується парою. Оскільки метал на відміну від скла добре проводить тепло, температура передається вмить.

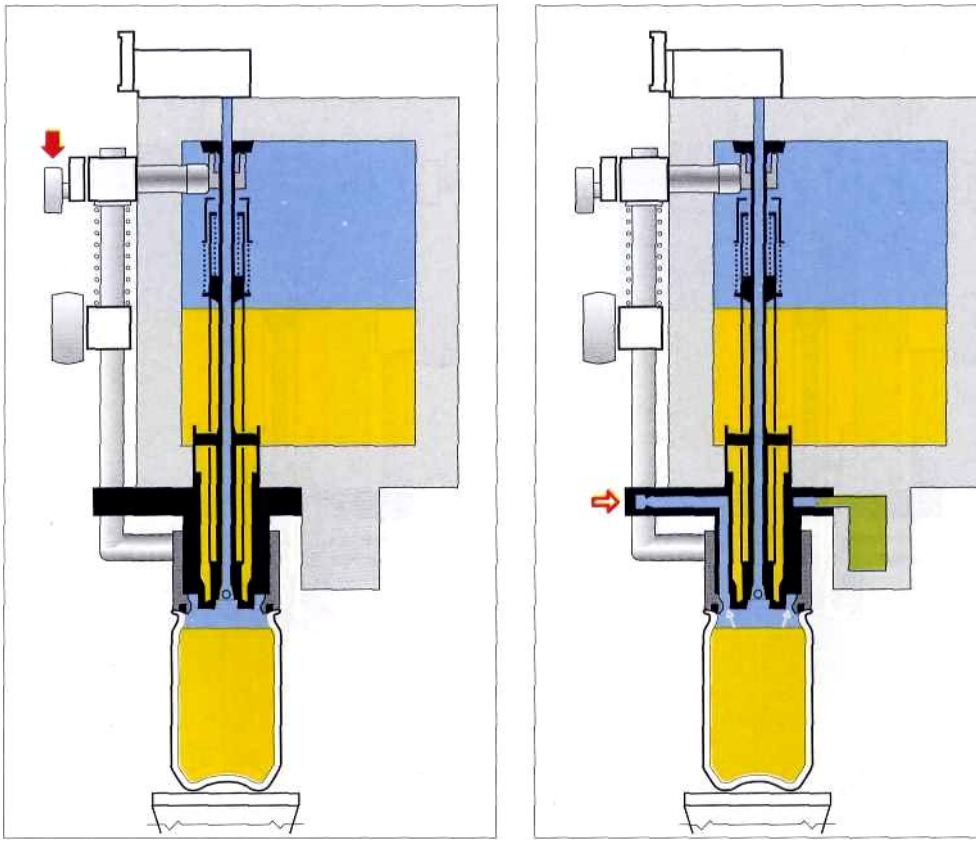

Рис.3.6. Основні етапи процесу наповнення банок (тип EM-D, фірма KHS, Дортмунд)

Етап 3: продувка CO_2

Той газ, що поступає CO_2 (позначений штриховою синьою лінією) омиває банку, а потім під дією притиснення центруючого вузла вона герметично з'єднується з розподільним резервуаром розливного автомата. На цьому закінчуються підготовчі операції перед наповненням банки.

Тепер можна виходити з того, що весь кисень вже витиснений з банки і замінений на CO_2. Завдяки притисненню банки досягається необхідний протитиск.

Етап 4: наповнення банки рідиною

Точно відміряний об’єм наповнення вже находиться в готовності до початку процесу наповнения (про недолив або перелив можна не турбуватися). При відкритті наливного клапана відміряна кількість рідини швидко втікає в банку по її стінках.

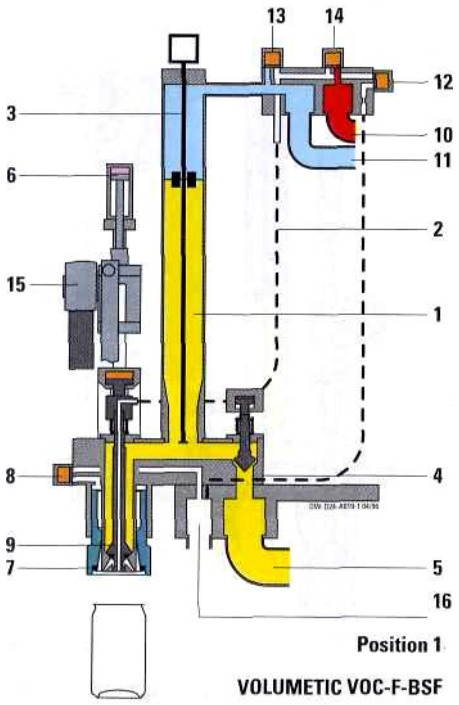

Рис.3.7. Розливочний автомат для банок з дозуванням за об’ємом:

1 – вимірювальна камера; 2 – трубопровід для подачі CO_2, промивки і відведення CO_2; 3 – датчик типу «транссонар»; 4 – продуктовий клапан; 5 – підвід продукту; 6 – керуючий клапан для опускання центруючого пристрою; 7 – центруючий пристрій; 8 – нижній клапан для скидання тиску / клапан для промивки і повернення розчинів CIP; 9 – наливний клапан; 10 – підвід пари; 11 – канал для промивки / повернення газу; 12 – верхній клапан для скидання тиску; 13 – клапан для газів і для промивки 14 – клапан для подачі пари; 15 – упорний ролик копіра для підняття центруючого вузла; 16 – канал для збору промивального газу і для повернення розчинів CIP

Етап 6: закінчення наповнення /розрядка

Вимірювальна камера спорожнила не повністю, а тільки до заданого залишкового об’єму, що дозволяє при наступному наповненні камери уникнути втрат CO_2 через утворення піни. Розпилююча насадка клапана для скидання тиску дозволяє здійснити повільне скидання тиску до рівня атмосферного.

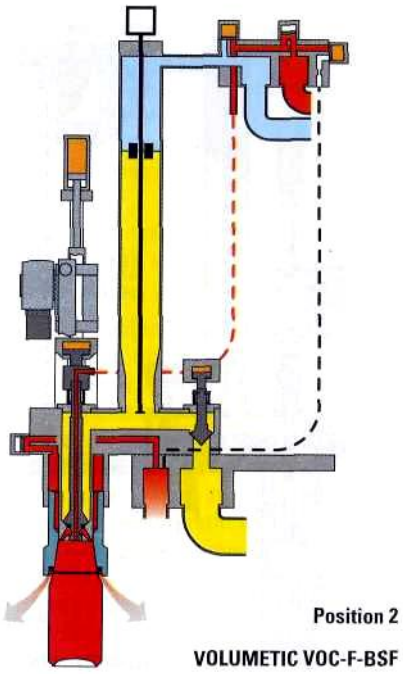

Рис.3.8. Етап 2: Стерилізація парою

При закритті наливного клапана начинається нове наповнення вимірювальної камери для наступного процесу наповнення банки.

Таким чином, ефективно використовується час, необхідний для переміщення наповненої банки, підходу порожньої банки обробки її парою, промивки і створення противотиску за допомогою CO_2.

В даному випадку перевагами є:

– точність вимірювання об’єму наповнення;
– використовування наливного клапана без вбудованих елементів;
– введення пива в банку тонким шаром по стінках;
– пневматичне опускання клапана.

Альтернативою є наповнення по об’єму за допомогою індукційного витратоміра.

У будь-яких блоків розливу в пляшки або банки величезне значення додається промивці наливних клапанів, оскільки в них можуть закріпитись

мікроорганізми. Їх наявність приводить до постійної небезпеки виникнення помутнінь і порушення смакових якостей пива.

В даному розливному автоматі є можливість прокачувати в циркуляційному режимі гарячу воду з температурою до 105°С та інші миючі та дезинфікуючі засоби.

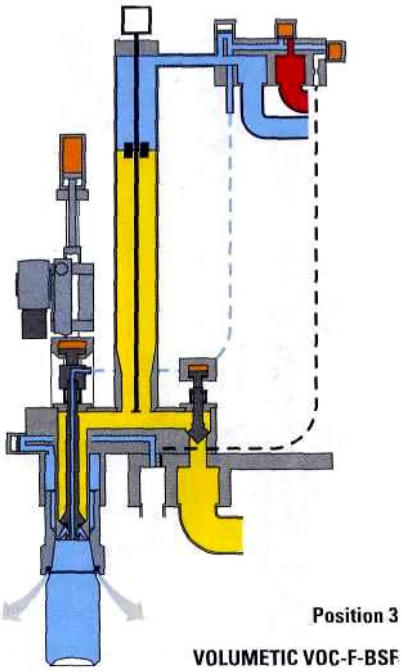

Рис.3.9. Етап 3: промивка CO_2

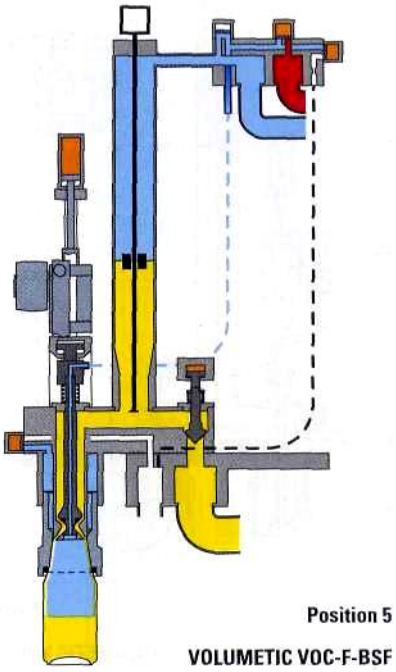

Рис.3.10. Етап 4: наповнення

Можлива також стерилізація парою.

Циркуляційне миття забезпечується надягаючими на клапани спеціальними колпачками. Ці ковпачки можуть надягати вручну або автоматично.

Наповнення банок з мінімальним поглинанням кисню

Завдяки вуглекислотній промивці порожніх банок весь кисень, що був, без залишку вже повинен був бути видалений на завантажувальній зірочці. При цьому досягається загальний склад кисню всього близько 0,2 мг на 1 л (при витраті 0,6-0,8 кг CO_2/гл) що на сучасному рівні розвитку техніки вважається задовільним результатом.

Оскільки перед укупорюванням повинно бути видалено повітря із головної частини банки, для цього застосовується спосіб подачі інертних газів під

кришку. Особливий спосіб являє собою вже згадана обробка банок парою, яка не тільки видаляє кисень, але і вбиває мікроорганізми. При цьому банка для стерилізації може оброблятися парою певний час.

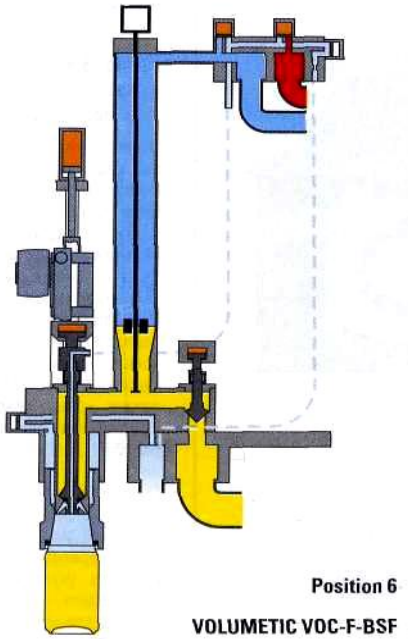

Рис.3.11. Етап 6: закінчення наповнення

В процесі укупорювання банок насаджена кришка в ході двох подальших операцій закочується з верхнім краєм банки настільки міцно, що банка стає герметичною. Щоб забезпечити довгострокове герметичне з'єднання банки з кришкою (рис.3.12) з'єднання повинно бути рівномірним по всьому колу банки, без складок і напуску.

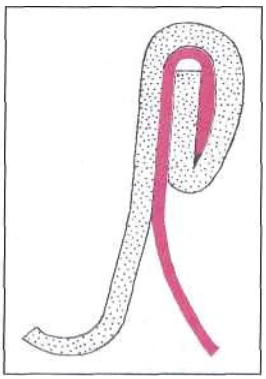

Рис.3.12. Правильно загорнена кришка

Процес закупорювання починається з того, що кришка, по можливості ще в разливочному автоматі, накладається на банку (рис 3.13). Ця банка за

допомогою пружинно-прижимної тарілки підіймається і разом з кришкою притискається до укупорочної головки.

Станція укупорювання складається з укупорочної головки і двох закочувальних роликів. Процес закупорювання здійснюється послідовно в ході двох операцій.

Обертаючись разом з банкою головка закупорювання (рис.3.14) утримує кришку в правильному положенні. Обертаючись в протилежному напрямі ролик (2) притискається до закупорочної головки і загинає при цьому зовнішню сторону кришки вниз навкруги фальца банки (рис.3.14,1-а операція). При цьому закупорювальна головка гарантує, що:

– кришка утримуватиметься в її правильному положенні;

– банка і кришка не будуть деформовані.

Завдяки другій операції з'єднання кришки з банкою стає газонепроникненим. Неправильно виконаний фальц неминуче веде до зниження тиску в банці і разом з тим – до втрати якості.

Закупорювання банки відбувається за короткий час і вимагає точного виконання всіх необхідних умов.

Необхідно ретельно перевіряти банки на відсутність складок і напуску. Винекнення складок на загині кришки в середині фальца є явною ознакою того, що друга операція проводилася з дуже широким зазором. Якісному закупорюванню банок слід надавати максимальну увагу, оскільки з'єднання кришки повинне захищати вміст банки протягом довгого часу і без яких-небудь втрат якості.

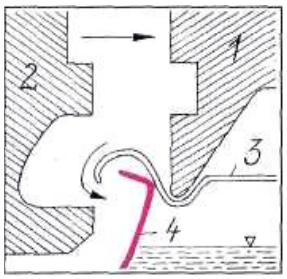

Рис.3.13. Кришка перед притиском

1 – закупорочна головка; 2 – закочувальний ролик; 3 – кришка; 4 – банка

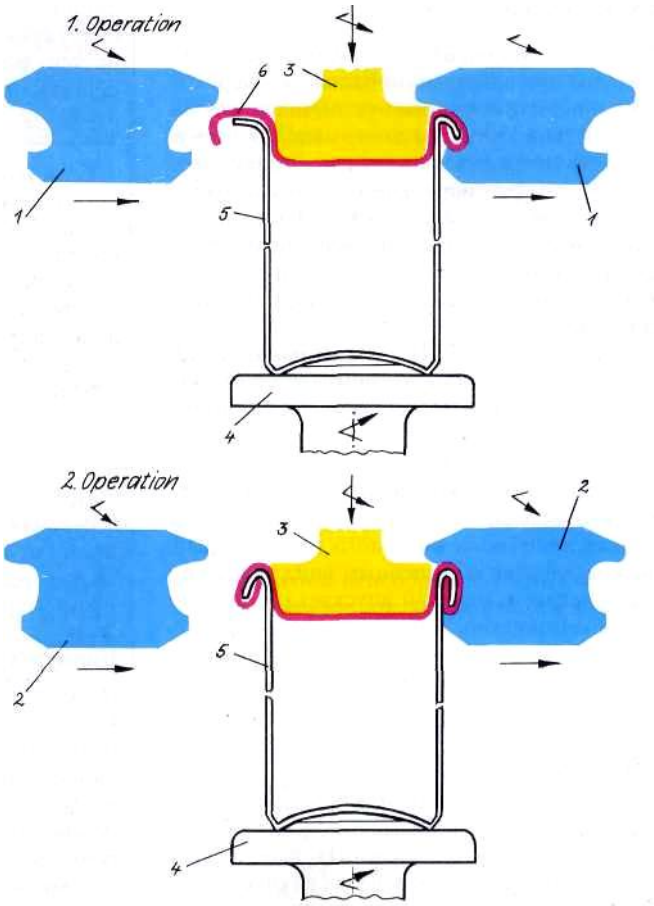

Рис.3.14. Закочення кришки в дві стадії

Отже, з виконаного аналізу і порівняння прототипів було визначено напрямок проєктної розробки та шлях вирішення завдання удосконалення існуючого обладнання з кращими техніко-економічними характеристиками.

Враховуючи вище сказане, можна зробити висновок про доцільність та ефективність використання розливно-закупорювального блоку Delta D40 при наповненні банок.

3.2. Будова та принцип дії

Розливно–закупорювальний блок KHS Delta D40 відрізняється ясно розділеною конструкцією з гладкою зовнішньою поверхнею. Обшивка машини виготовлена з неіржавіючого матеріалу. Банконаправляючі елементи можна швидко і зручно замінити. Управляючі елементи розміщені доступно на пульті управління, що забезпечує просте і легке обслуговування машини. Привід здійснюється від машини для закатування банок.

Машина для наповнення банок KHS Delta D40 є розливною машиною з кільцевим резервуаром. Вона відрізняється оптимальним, дбайливим фасуванням розливаючого продукту і дуже високою продуктивністю при наповнені банок напоєм. Оскільки розливні елементи опускаються на банку, і не потрібно елементів для підйому банок. Банки проходять через машину на однаковому рівні, без підйомного руху. Машина для наповнення банок KHS розрахована спеціально для прямого під'єднування до банкозакаточної машини.

Верхня частина машини розливу встановлена на розрахованому з великим запасом шариковоопорно–поворотним з'єднанні.

Привідний двигун закаточної машини приводить сполучену з ним механічну машину для наповнення банок через муфту і сполучний вал. В розподільній шафі передбачені всі необхідні пневматичні і електричні управляючі елементи, а також арматура.

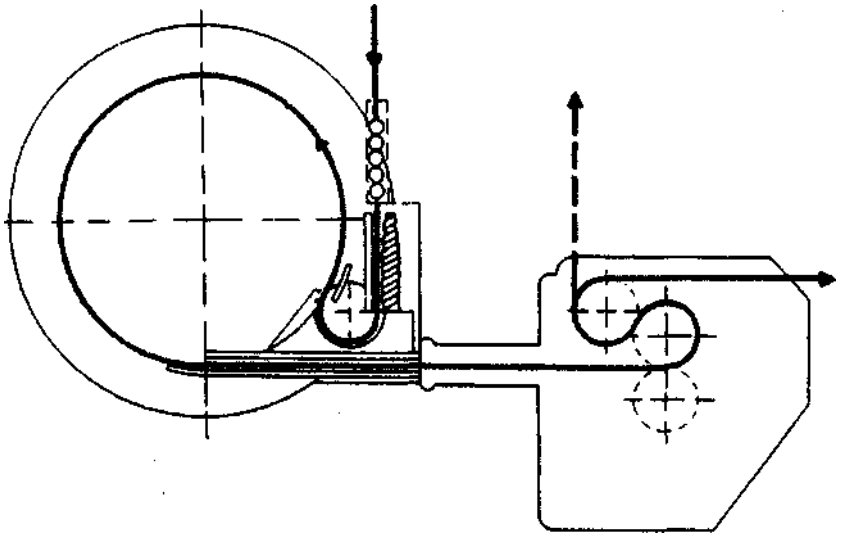

Рис.3.15. Проходження банок

Банка передається шнеком попередньої орієнтації до завантажувальної зірочки, яка в свою чергу виставляє її на столик, для наливу. Після цього механізм розливочного елементу опускається на банку. Еластичне пластмасове кільце забезпечує герметичне з'єднання банки з елементом розливу.

Підняття механізму здійснюється за рахунок пластмасового ролика, який рухається по кулачковій доріжці. Механізм і пластмасовий ролик з'єднанні безпосередньо підпружиненим шарніром.

Після операції наповнення клапан для CO_2 та напою механічно закриваються і з банки стравлюється надлишок тиску до атмосферного з допомогою регулюючого пристрою для скиду тиску. Після цього механізм відводиться від банки. Наповнена банка передається на транспортуючий ланцюг і транспортується в закаточну машину.

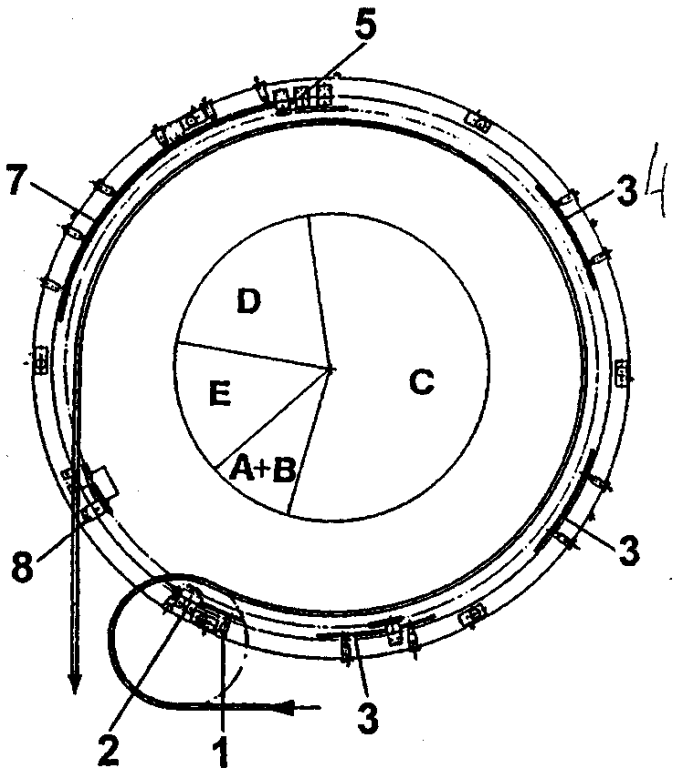

Рис.3.16. Верхня частина машини для наповнення банок

1. Управління промивкою газом $C0_2$

2. Управління відкриттям

3. Управління миттям (CIP)

4. Управління зворотним перемиканням

5. Управління закриттям

7. Управління розвантаженням (перемикаючий елемент управління розвантаженням)

8. Управління відкриттям і закриттям

A Промивка газом $C0_2$

B Попередня газація

C Наповнення

Д Розвантаження

E Підйом разливочного елемента

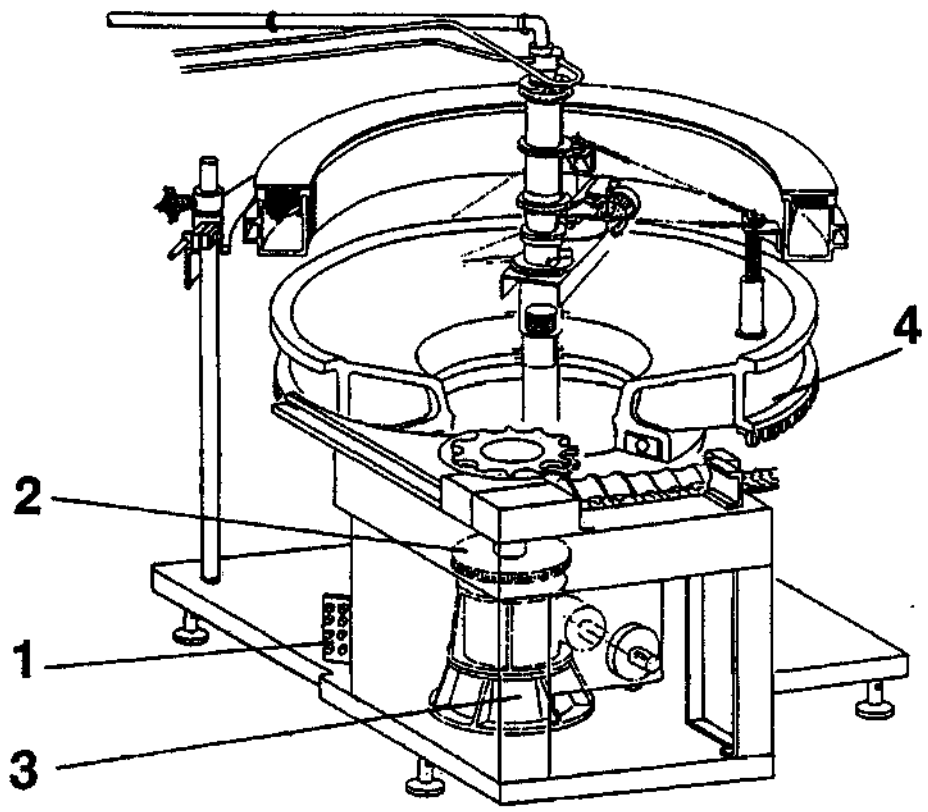

Рис.3.17. Нижня частина машини для наповнення банок

На опорній плиті вхідного столу встановлена черв'ячна передача (3), яка входить своєю шестернею (2) в зовнішнє зачеплення розрахованого з великим запасом кулькового опорно-поворотного з'єднання (4). На цьому кульковому опорно-поворотному з'єднанні (4), яке забезпечує як аксіальний так і радіальний напрям наповнюючої машини.

Змащування проводиться систематично раз на 80 год. Змащувальні точки: на кульковому поворотно-опорному з'єднанні (4) і змащування шестерні підключені до планки для розподілу змащувального матеріалу (1). Черв'ячний редуктор (3) наповнюється змащувальним маслом.

Резервуар кільцевої форми (резервуар для рідини) (4) виконаний в міцній конструкції з неіржавіючої сталі. Кришка резервуару (2) може підійматися за допомогою ходових гвинтів і поворотної рукоятки. Для промивки резервуару служать декілька клапанів. Подаючі і ті, що відводять трубопроводи в зоні резервуару виготовлені з неіржавіючої сталі.

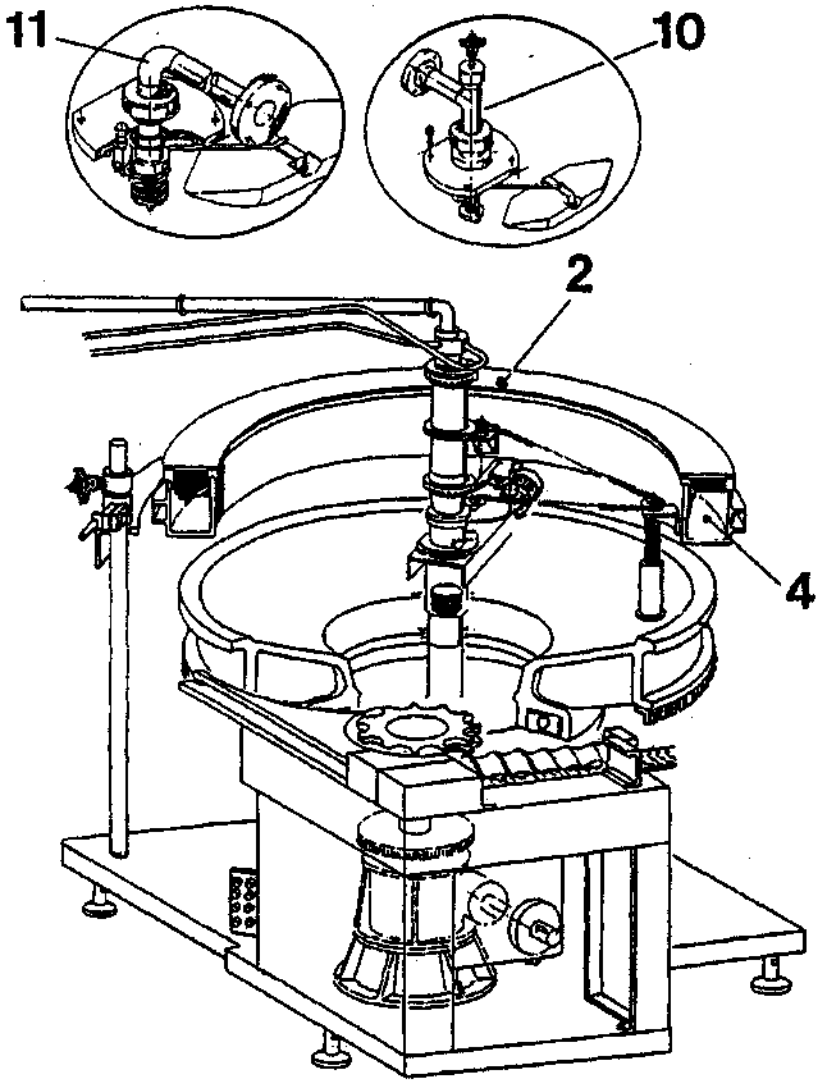

Рис.3.18. Кільцевий резервуар

Через великі отвори в кришці резервуару демонтуються комплектні деаераційні (10) і продувочні (11) поплавки. Фланцями поплавків одночасно закриваються дані отвори.

Розливний елемент для банок складається з наступних частин:

1. Клапан для газації $C0_2$

3. Клапан для рідини

4. Клапан для промивки $C0_2$

5. Розвантажувальний клапан

10.Газообмінна трубка

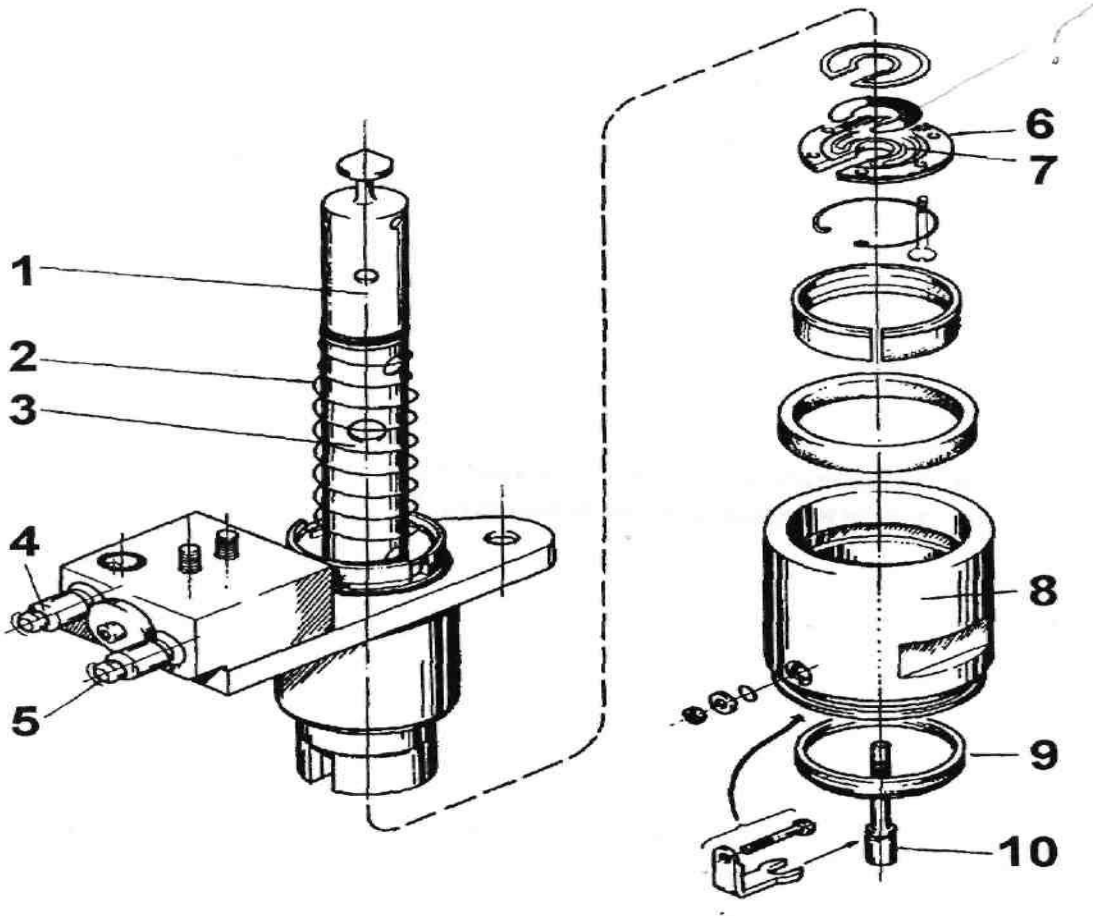

Рис.3.19. Розливний елемент для банок

Принцип дії

Тиск рідини і газу $C0_2$ утримують клапани (3 і 1) в закритому стані. Після того, як банка розташовується під розливним клапаном і притискається до механізму (8) притискною гумою (9), управляючий елемент вдавлює болт клапана для промивки газом $C0_2$ (4) і болт для развантажуючого клапана (5). При способі розлива (V)VF зараз управляюча шестерня підводить голку клапана для газації газу $C0_2$ (1). і газ $C0_2$ надходить з кільцевого резервуара

розливної машини через газообмінну трубку в банку. Звідти він надходить через клапан для промивки газом CO_2 в канал для промивки газом $C0_2$ і через розвантажувальний клапан в незначному ступені віддаляється в атмосферу (промивка банки газом CO_2).

Після завершення процесу продувки банок, тобто якщо болт клапана для промивки газом $C0_2$ і болт розвантажувального клапана вийшли з каналу для продувки газом $C0_2$, утворюється компенсація тиску між кільцевим резервуаром розливної машини і банкою. У цей момент пружиною стиску (2) відкривається клапан для рідини (3). Рідина тече спокійно і прямує через кришку для рідини (6) до стінки банки.

Газ CO_2, який витісняється рідиною, повертається через газообмінну трубку (10) в кільцевий резервуар разливочної машини. Процес розлива завершений, якщо рідина в банці досягла нижньої кромки газообмінної трубки. Розташовані в кришці для рідини вузький зазор (7) попереджує проникнення газу $C0_2$ в кільцевий резервуар для рідини і тим самим виключає переповнювання банок. В газообмінній трубці рідина підіймається на висоту рівня рідини в кільцевому резервуарі. Довжина газообмінної трубки визначає висоту наповнення в банках. Висота сідла клапана для газації $C0_2$ вибрана так, щоб між рідиною і сідлом клапана залишалася колонка газу $C0_2$. У випадку, якщо клапан для газації $C0_2$ і клапан для рідини закритий елементом управління закриттям, банка і одночасно колонка газу $C0_2$ розвантажуються. Вона розширяється і витісняє частину рідини з газообмінної трубки і направляє її в банку. Частина рідини, що залишилася, при необхідності видувається газом $C0_2$ з газообмінної трубки елементом управління шприцюванням. Рідина між ущільненням для рідини і кришкою для рідини в процесі розвантаження за допомогою газу $C0_2$ випускається з управляючого корпусу і розширяється в банці. При розвантаженні банки, також підіймається вгору механізм для банок, що підтримується кулачковим елементом.

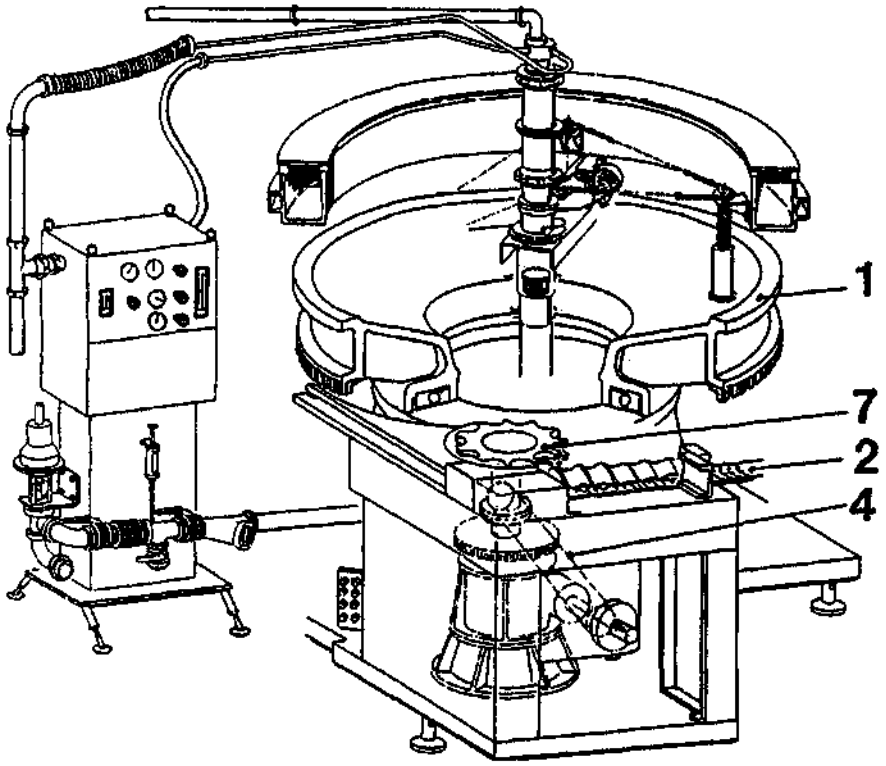

Рис.3.20. Передача крутного моменту до машини розливу

Через вхідний стіл проходить в поздовжньому напрямі прямолінійний вал, від якого приводяться всі деталі, які обертаються, це подаюча зірочка (7) і робочий стіл наповнювальної машини (1). Всі передачі взаємно сполучені за допомогою пружних муфт валу. Кожна передача оснащена трубкою для змащування. Таким чином забезпечено зручне і швидке технічне обслуговування. Передача завантажувального шнека і завантажувальний стрічковий транспортер (2) приводяться синхронно з машиною розливу, через конічну зубчату передачу та ланцюговий механізм (4).

Опис модернізації машини.

Модернізація машини складається з таких етапів:

1.Заміна системи переналагодження по висоті кільцевого резервуару з утримувачем керуючих елементів.

Ходові гвинти з трапецієвидним різьбленням (1), які служать, як опора для дна резервуару і сполучені один з одним за допомогою ланцюга (8), забезпечують рух вгору і вниз що змінюється по висоті кільцевого резервуару (4). Ці ходові гвинти (1) приводяться від передачі (9) з прифланцованим

двигуном-редуктором. Утримувач системи управляючих елементів (7) встановлений на колонках (5). Всі управляючі елементи, які призначені для бездоганного наповнення банок, розподілені по колу цього утримувача системи управління (7). Керуючі елементи для руху вгору і вниз передбачені на пульті управління машини. Діапазон переналагодження на висоту обмежений кінцевими вимикачами. Для захоплення утримувача системи управління використовуються повідці.

Електроживлення підводиться через кабель зі штекером. Щоб попереджати нещасні випадки, привід закаточної машини вимикається, як тільки витягнутий штекер з штепсельної розетки.

2. Замінюємо також муфту головного приводу моноблоку. На діючому зразку встановлена з'єднувальна муфта, яка не компенсувала неспіввісність валів. Встановлюємо муфту пружну втулково-пальцеву.

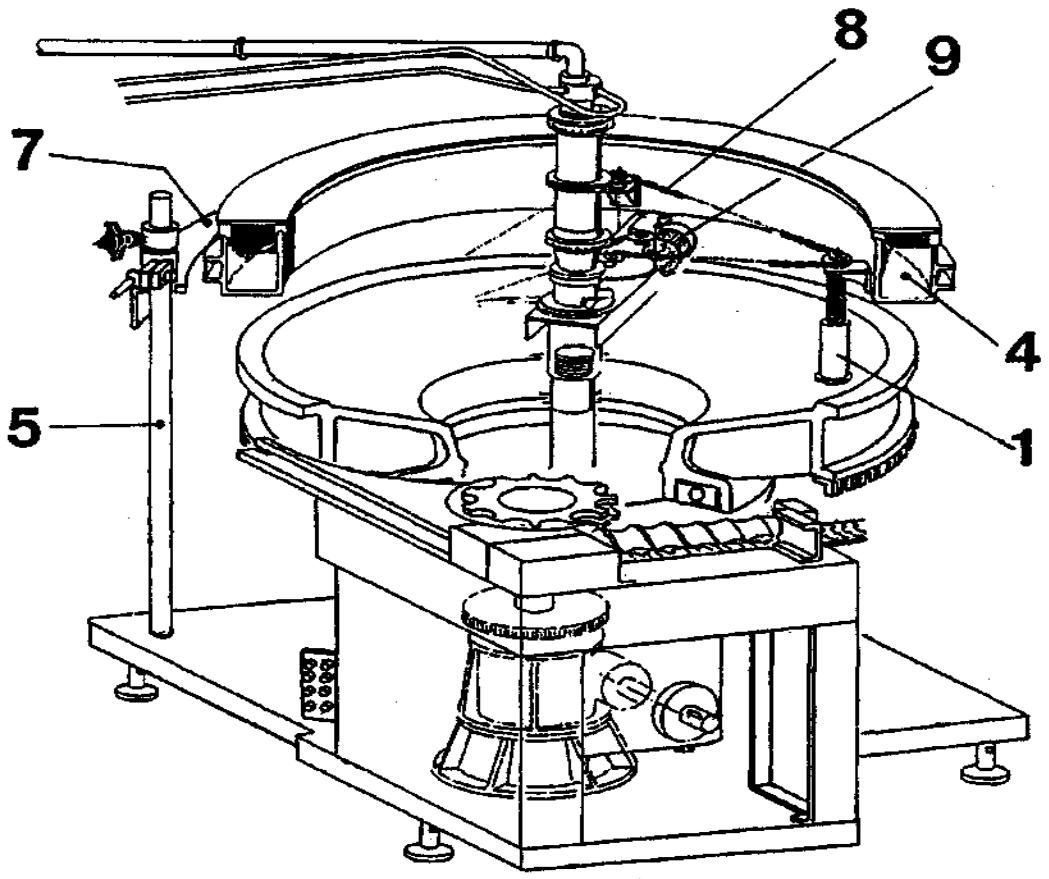

Рис.3.21. Модернізація машини

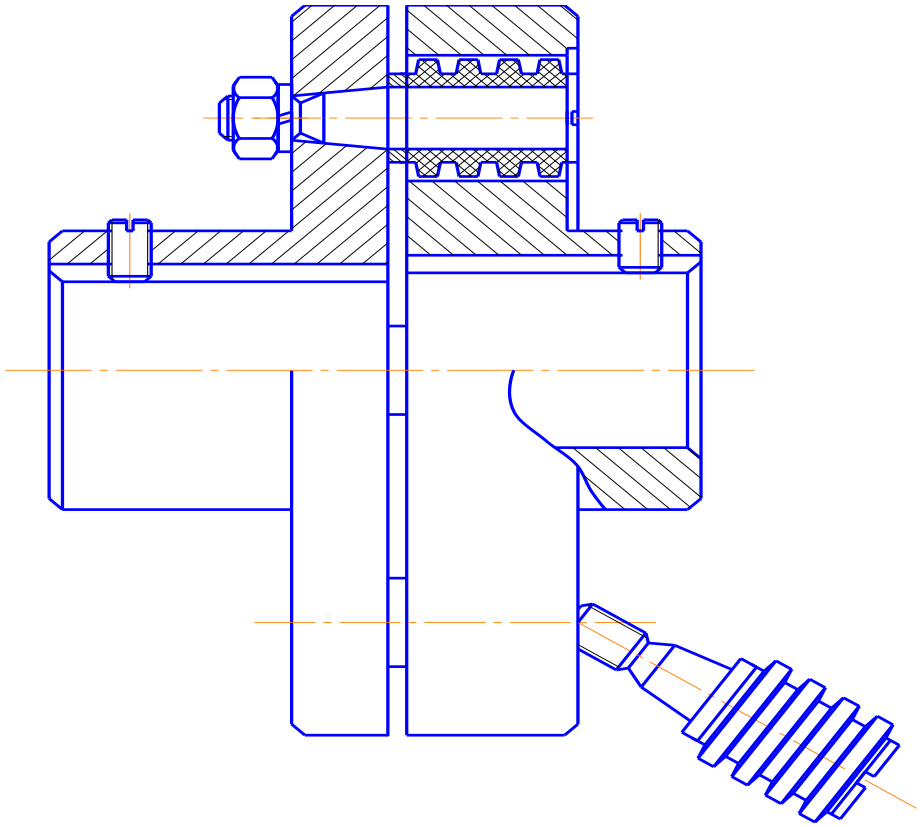

Рис.3.22. Муфта пружна втулкова

3.3. Розрахунок і проєктування розливно-закупорювального блоку KHS Delta D40

3.3.1. Технологічний розрахунок

Процеси, що протікають у розливочних автоматах, можна розділити на дві групи: процеси, що вимагають по технологічним міркуванням строго певної тривалості; процеси, які залежать від конструкції машини. До першої групи відносяться підйом і спуск наливачів (сектори II і VIII на циклограмі і заповнення банок газом і рідиною (сектори IV і VI). Тривалість цих процесів у секундах: опускання баночки – до 2,5; наповнення газом – 1; наповнення пивом 5–10; підняття наливача до 2,5.

Установка й знімання банок зі столиків (сектор I), а також повороти кранів (сектори III, V і VII).

Таким чином, частина секторів циклограми (у цьому випадку II, IV, VI і VIII) потрібно розраховувати по тривалості процесу, що протікає; іншу частину секторів (I, III, V і VII) варто розраховувати по геометричних і конструктивних

міркуваннях.

Теоретичну продуктивність розливочної машини, вважаючи її тільки як транспортуючий пристрій, можна виразити таким чином:

$$\text{Пт} = 3600 \cdot \text{u} \cdot \text{n} = 3600 \cdot 40 \cdot 0{,}18 = 2600 \text{банок на годину} \qquad (3.1)$$

де u– кількість наливачів у машині;

n – число обертів ротора (рухомої верхньої частини) машини в секунду.

З формули (1) тривалість одного оберту ротора:

$$\text{T} = \frac{1}{\text{n}} = \frac{3600 \cdot \text{u}}{\text{П}_\text{T}} = \frac{3600 \cdot 40}{26000} = 0{,}18 \text{ с} \qquad (3.2)$$

Продуктивність машини виразимо як функцію тривалості основних процесів (тобто тривалості підйому й спуска наливачів, заповнення банок газом і рідиною). Для цього складемо наступне співвідношення:

$$\frac{\text{S}'}{\text{T}'} = \frac{\text{S}}{\text{T}} = \frac{\text{S} \cdot \text{П}_\text{m}}{3600 \cdot \text{u}} \qquad (3.3)$$

де S' – частина кругового шляху, який проходить банкою в автоматі при спуску, наповненні газом і рідиною й підйому наливача;

T' – час, необхідний для цих операцій;

S – довжина окружності;

T – тривалість одного оберту.

Із цього співвідношення теоретична продуктивність машини

$$\Pi_m = \frac{3600 \cdot S'}{T' \cdot S} \cdot u = \frac{3600 \cdot 6{,}0}{5{,}8 \cdot 6{,}28} \cdot 40 = 25960 \text{, банок за годину} \qquad (3.4)$$

Час, необхідний для опускання наливача, наповнення її газом, рідиною й підняття наливача:

$$T' = t_2 + t_4 + t_6 + t_8 = 1{,}1 + 0{,}2 + 3{,}4 + 1{,}1 = 5{,}8 \text{,сек.} \qquad (3.5)$$

де t_2, t_4, t_6, t_8 – тривалість у секундах опускання наливача, наповнення її газом, рідиною і підняття наливача.

Круговий шлях, який проходе банка в автоматі при спуску наливача, наповненні газом і рідиною банки та підйомі наливача:

$$S' = S_2 + S_4 + S_6 + S_8 = 0.5 + 0.45 + 4{,}55 + 0.5 = 6{,}0 \text{,м} \qquad (3.6)$$

де S_2, S_4, S_6 і S_8 – довжина ділянок кругового шляху, що відповідають

процесам, опускання наливача, наповнення її газом, рідиною й підняття наливача, м.

Тому що всі крапки на круговому шляху (по осі наливачів) мають однакову швидкість, продуктивність машини можна виразити як залежність від тривалості кожного з перерахованих вище процесів, наприклад:

$$П_т = \frac{3600}{t_6} \cdot \frac{S_6}{S} \cdot u = \frac{3600}{6,28} \cdot \frac{5,4}{6} \cdot 40 = 24800 \text{,пляшок у годину} \qquad (3.7)$$

Дуги S і S_6 можна замінити відповідними числами розливочних патронів:

$S = u \cdot m = 40 \cdot 0.15 = 6$,м

$S_6 = u_6 \cdot m = 36 \cdot 0,15 = 5,4$,м

де m – крок розливочних патронів, обмірюваний по дузі, м;

$и_6$ – кількість одночасно працюючих патронів (одночасно, що наповнює банки).

Рівняння (7) можна переписати в такому виді:

$$П_т = \frac{3600}{t_6} \cdot u_6 = \frac{3600}{6,28} \cdot 36 = 24800 \text{,пляшок за годину} \qquad (3.8)$$

З рівнянь (7) і (8) видна пряма залежність продуктивності машини від числа розливочних патронів у роторі. Однак ця залежність зберігає своє значення тільки при постійній кутовій швидкості ротора, тобто при постійному числі обертів. Звичайно при конструюванні великих машин приймають більше високу кутову швидкість, чим для машин малих, щоб зменшити габарити машини. Більше того, розливаючі машини іноді постачають варіаторами швидкості для можливості зміни темпу роботи, аналогічно нашому випадку.

Кількість розливаючих патронів, необхідна для кожної зони, можна знайти з рівняння:

$$u_6 = П_т \cdot \frac{t_6}{3600} = 24800 \cdot \frac{6}{3600} = 32 \text{,шт.} \qquad (3.9)$$

Очевидно, що це рівняння також варто застосовувати при строго певних умовах. Умовою, що забезпечує повне завантаження столиків і відсутність холостого пробігу їх при заданій окружній швидкості ω, буде наступна рівність:

$$t_6 = \frac{S_6}{\omega} = \frac{u_6 \cdot m}{\omega} = \frac{6}{0.8} = 7,5, \text{сек.} \quad (3.10)$$

звідки кількість патронів для кожної зони:

$$u_6 = \frac{t_6 \cdot \omega}{m} = \frac{7,5 \cdot 0.8}{0.15} = 38, \text{шт.} \quad (3.11)$$

За допомогою рівнянь (9) і (11) можемо визначити число столиків для всіх секторів циклограми. Процеси в які обумовлені часом (у нашому прикладі сектори II, IV, VI і VIII), і підібрати оптимальні значення кроку m і швидкості ω. Повна довжина окружності ротора (по центрах столиків)

$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 =$

$= S' + S_1 + S_3 + S_5 + S_7 = 5.89 + 0.35 = 6,24$м, (3.12)

де S_1, S_3, S_5 і S_7 – довжина шляху в секторах із процесами, що не залежать від часу й швидкості обертання ротора.

Однієї з характеристик розливочної машини є відношення кількості столиків, що працюють на наповнення банок пивом, до загального їхнього числа. Це відношення називають коефіцієнтом корисної дії по розливочним патронам:

$$\eta = \frac{u_6}{u} = \frac{S_6}{S} = \frac{180}{360} = \frac{1.8}{3.6} = 0.5 \quad (3.13)$$

Як видно, цей коефіцієнт підвищується зі збільшенням продуктивності машини по штучній продукції, а також при збільшенні ємності банок.

3.3.2. Конструктивний розрахунок

Вибір ланцюга для механізму переналагодження блоку розливу

Орієнтовна між осьова відстань між зірочками привідного конвеєра $L_0 \leq 2$ м (з конструктивних міркувань)

Конструктивно приймаємо ланцюг ПР – 25.4 – 5670, тому що

$\frac{l}{t} = \frac{203}{25.4} = 8.$

Тоді загальна довжина ланцюга в кроках повинна бути кратною 8.

З конструктивних міркувань обираємо зірочку з параметрами:

t = 25.4мм; z = 32; d_0 = 112,15мм

Розраховуємо максимальну довжину ланцюга:

$$L_{max} \le 2 \cdot L_0 + d_0 = 2 \cdot 2000 + 112.15 = 4194.15 мм \quad (3.14)$$

Кількість ланок:

$$n_л = \frac{L_{max}}{t} = \frac{4194.15}{25.4} = 165.12$$

Приймаємо $n_л = 160$.

Тоді розрахункова довжина ланцюга:

$$L_л = n_c \cdot 8 \cdot t = 20 \cdot 8 \cdot 25.4 = 4064 мм \quad (3.15)$$

Міжосьова відстань між зірочками конвеєра:

$$a = \frac{L_л - d_0}{2} = \frac{4064 - 194.15}{4} = 967,5 мм$$

Для подальшого розрахунку необхідно розрахувати масу 1м ланцюга

$$q = \frac{m}{L_л} = \frac{q \cdot L_л + m_H \cdot n_c}{L_л} = \frac{2.6 \cdot 4.064 + 0.15 \cdot 20}{4.064} = 3.34 кг$$

Тяговий розрахунок ланцюга

Тяговий розрахунок ланцюга виконуємо методом обігу контуру, починаючи з точки мінімального натягу ланцюга (точка 1 на рис. 3.23.)

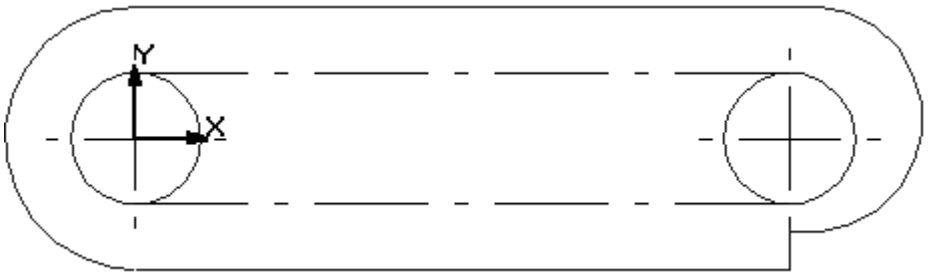

Рис. 3.23. Епюра навантажень

Величиною найменшого натягу задаємося:

$S_{min} = 200$ (Н)

$S_1 = S_{min} = 200$ (Н)

Натяг ланцюга в точці 2:

$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + q \cdot d \cdot a \cdot \omega = 200 + 3.34 \cdot 9.81 \cdot 1.935 \cdot 0.03 = 201.9$ Н

де $\omega = 0.02 \ldots 0.03$

Натяг ланцюга в точці 3:

$S_3 = 1.05 \cdot S_2 = 1.05 \cdot 201.9 = 212$ Н

Натяг ланцюга в точці 4:

$S_4 = S_3 + q \cdot d \cdot a \cdot \omega = 212 + 3.34 \cdot 9.81 \cdot 1.935 \cdot 0.03 = 213.9$ Н

Сила тертя при переміщенні пляшок:

$F_{тр} = m \cdot g \cdot f_{тр} \cdot n_т = 1.75 \cdot 9.81 \cdot 0.3 \cdot 10 = 51.5$ Н

де т =1.75кг – маса заповненої банки;

$f_{тр} = 0.3$ – коефіцієнт тертя.

Тягове зусилля ланцюга: $W_T = S_4 - S_1 = 213.9 - 200 = 13.9$ Н

Сумарне зусилля ланцюга: $W_{сум} = W_T + F_{тр} = 13.9 + 51.5 = 65.4$ Н

Розрахунок ланцюгової передачі

Попередньо вибраний ланцюг ПР – 25.4 – 5670, у якого $Q_{розр} = 56700$ Н; $S_{оп} = 179.7 мм^2$; q = 2.6кг – маса 1м ланцюга.

Допустимий питомий тиск в шарнірах [p] = 35 Мпа

Число зубців зірочки z = 32

Розрахунковий крок ланцюга:

$$t = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{N \cdot k_e \cdot 10}{S \cdot [p] \cdot z_1 \cdot n \cdot k_m}} = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.025 \cdot 1.0 \cdot 10}{0.28 \cdot 35 \cdot 32 \cdot 28 \cdot 1.0}} = 5.59 мм \qquad (3.16)$$

Перевіряємо умову $n_1 \le n_{1\,max}$. При t =25.4мм $n_{1\,max}$= 800 об/хв.

Отже, умова виконується.

Колова швидкість ланцюга:

$$V = \frac{z_2 \cdot n_2 \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{32 \cdot 28 \cdot 25.4}{6 \cdot 10^4} = 0.38 \, м/с$$

Колове зусилля, що передається ланцюгом:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{V} = \frac{1000 \cdot 0.025}{0.38} = 65.8 H$$

Середній питомий тиск в шарнірах:

$P = \frac{F_t}{S_{оп}} = \frac{65.8}{179.7} = 0.37 МПа$, що менше допустимого [P] = 35МПа.

Термін служби ланцюга:

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot k_{зм} \cdot \sqrt{z} \cdot \sqrt[3]{a_t \cdot u}}{P \cdot \sqrt[3]{V} \cdot k_e}, \qquad (3.17)$$

де Δt = 3% – допустиме збільшення кроку ланцюга;

$k_{зм} = \frac{k_{с.з.}}{\sqrt{V}} = \frac{1.4}{\sqrt{0.38}} = 2.27$ – коефіцієнт змащування;

де $к_{с.з.}$=1.4 – коефіцієнт, що враховує спосіб змащування;

$a_t = \frac{a}{t} = \frac{1935}{25.4} = 76.18$ – між центрова відстань виражена в кроках.

Тоді

$$T = 5200 \cdot \frac{3 \cdot 2.27 \cdot \sqrt{32} \cdot \sqrt[3]{76.18 \cdot 1}}{0.37 \cdot \sqrt[3]{0.38} \cdot 1.0} = 317075(год)$$

Розрахунок навантажень ланцюгової передачі

Натяг від провисання веденої гілки від власної маси:

$$F_f = k_f \cdot g \cdot q \cdot a = 6 \cdot 9.81 \cdot 2.6 \cdot 1.935 = 296.1H$$

де k_f = 6 – коефіцієнт провисання для горизонтальної передачі;

q = 2.6кг – маса 1м ланцюга;

g = 9.81м/с^2 – прискорення вільного падіння;

a = 1.935м – міжосьова відстань.

Натяг від відцентрових сил при швидкості V ≤ 0,3м/с не враховується.

Колове зусилля F_t = 65.8 Н

Сумарний натяг ведучої гілки:

$$F_{\sum вед} = F_f + F_t \cdot k_1 = 296.1 + 65.8 \cdot 1.5 = 394.8H$$

де k_1 = 1.5 – коефіцієнт, що враховує характер навантаження, що передається.

Навантаження, що діє на вал:

$$R \cong (1.15 \ldots 1.2) \cdot F_t = 1.2 \cdot 65.8 = 79H$$

Перевіряємо ланцюг по запасу міцності:

$n = \frac{Q_{роз}}{F_{\sum вед}} = \frac{56700}{394.8} = 143.6$, що більше допустимого [n] = 6

Вибір електродвигуна

Визначаємо необхідну розрахункову потужність двигуна:

$$N_Р = N_{зв} \cdot \eta_{заг}, \qquad (3.18)$$

де $\eta_{заг}$ – загальний ККД приводу.

$\eta_{заг} = \eta^{4}_{пп} \cdot \eta^{4}_{зп} \cdot \eta_{пп} \cdot \eta_{кп} \cdot \eta_{пп} \cdot \eta^{2}_{лп} \cdot \eta_{м} \cdot \eta_{лп} \cdot \eta_{пп} \cdot \eta_{ред} = \eta^{7}_{пп} \cdot \eta^{4}_{зп} \cdot \eta_{кп} \cdot \eta^{3}_{лп}$ x x $\eta_{м} \cdot \eta_{ред} = 0.99^{7} \cdot 0.98^{4} \cdot 0.92 \cdot 0.96^{3} \cdot 0.99 \cdot 0,79 = 0.552$

Тоді необхідна потужність електродвигуна:

N = 1.35 / 0.552 = 2.45 кВт

Частота обертання тихохідного валу мотор – редуктора

$n = n_{повзд} \cdot u_{повзд} = n_{попер} \cdot u_{попер} = 43,2 \cdot 1,2 = 123 \cdot 0,42 = 47$ об/хв

Вибираємо черв'ячний мотор – редуктор МЧ – 100 – 31,5 – 52,3 - 51 – 2 –У3.
N = 2.6 кВт; $n_{тих}$ = 47,6 об/хв; u = 31,5; η = 0,79

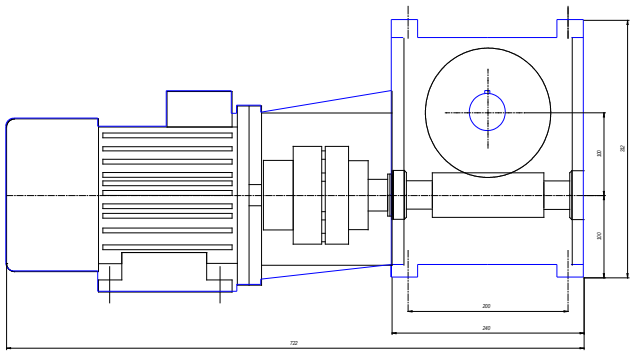

Рис.3.24.Черв'ячний редуктор

3.3.3. Кінематичний розрахунок

Визначаємо частоту обертання на валу:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{60 \cdot 0,3}{3.14 \cdot 0.25} = 22,9 об/хв \qquad (3.19)$$

де $\omega = \frac{2 \cdot v}{d}$ – кутова швидкість.

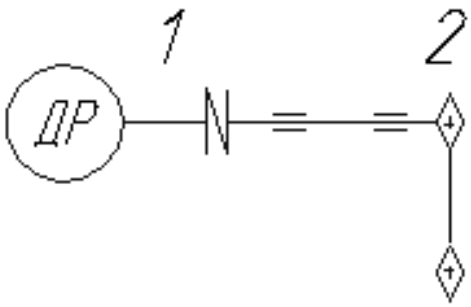

Рис 3.25. Схема приводу

$n_2 = n_1 = 47,6$об/хв.

Потужність на валу 2 розрахована раніше $N_2 = =2,6$кВт

Крутний момент:

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{2,6}{47,6} = 179.54 Нм$$

Розрахунок вала

Оскільки ланцюгова передача розташована в горизонтальній площині, то розрахунок її ведемо тільки в цій площині.

Навантаження на вал від ланцюга R = 790 Н

Крутний момент $T_{кр} = 853$ Нм

Умова рівноваги відносно опори А

$$R \cdot a - R_B \cdot в = 0$$

$$R_B = \frac{R \cdot a}{в} = \frac{790 \cdot 0.055}{0.06} = 724 H$$

Умова рівноваги відносно опори В

$\sum M_B = 0$

$$R \cdot (a + в) - R_A \cdot в = 0$$

$$R_B = \frac{R \cdot (a + в)}{в} = \frac{790 \cdot (0.055 + 0.06)}{0.06} = 1514 H$$

Перевіряємо правильність знайдених величин реакцій в опорах.

$$-R_A + R + R_B = 0$$

-1514 + 790 + 724 = 0

$\sum M_A = 0$

Розраховуємо моменти згину:

$M_1 = R \cdot a = 790 \cdot 0.055 = 435$Нм

$M_2 = R \cdot (a + в) - R_A \cdot в = 790 \cdot (0.055 + 0.06) - 1514 \cdot 0.06 = 0$

Привідний момент:

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг}^2 + (0.75 \cdot T_{кр})^2}$$

$$M_{пр}^0 = \sqrt{0 + (0.75 \cdot 853)^2} = 640 Нм$$

$$M_{пр}^{1} = \sqrt{4.35^2 + (0.75 \cdot 853)^2} = 784 Нм$$

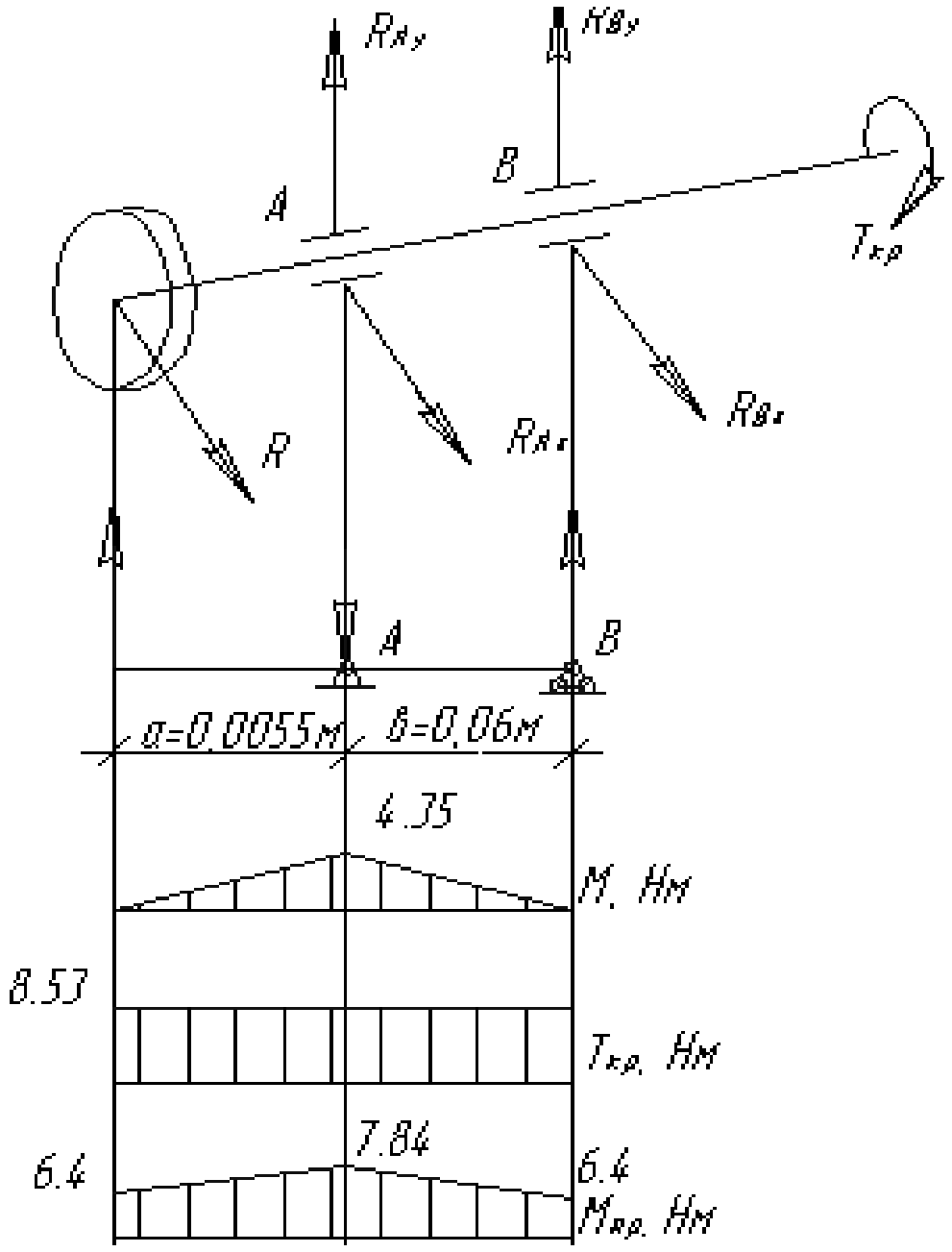

Рис.3.26.Епюри навантаження на валу

$$M_{пр}^{0} = \sqrt{0 + (0.75 \cdot 853)^2} = 640 Нм$$

$$M_{пр}^{1} = \sqrt{4.35^2 + (0.75 \cdot 853)^2} = 784 Нм$$

$$M_{пр}^{2} = \sqrt{0 + (0.75 \cdot 853)^2} = 640 Нм$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{пр}}{0.1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{784}{0.1 \cdot 6 \cdot 10^7}} = 0.045м$$

де $[\sigma] = 6 \cdot 10^7$ Н/м^2 – допустиме напруження для сталі 40Х.

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{640}{0.1 \cdot 6 \cdot 10^7}} = 0.033м$$

Приймаємо конструктивно d_0 = 36мм – діаметр вала під зірочкою.

Перевірочний розрахунок вала

Матеріал вала – Ст40Х

σ_B = 1000 МПа

σ_{-1} = 450 МПа

τ_{-1} = 250 МПа

ψ_σ = 0.15; ψ_τ = 0.1

Сумарний момент згину $M_{зг}$ = 4.35 Нм

Крутний момент $T_{кр}$ = 8.53 Нм

Допустимий момент витривалості [n] = 1.8

Масштабний коефіцієнт при згині і крученні для вала із сталі Ст40Х і d = 35мм: ξ_τ = 0.9; ξ_σ = 0.9

Коефіцієнти стану поверхні: $k_\sigma^n = k_\tau^n = 1.8$; $k_\tau = 1.5$; $k_\sigma = 1.7$

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень:

$$K\sigma_d = \frac{k_\sigma + k_\sigma^n - 1}{\xi_\sigma} = \frac{1.7 + 1.18 - 1}{0.9} = 2.07$$

$$K\tau_d = \frac{k_\tau + k_\tau^n - 1}{\xi_\tau} = \frac{1.5 + 1.18 - 1}{0.8} = 2.1$$

Визначаємо ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині і крученні вала при $\sigma_в$ = 1000МПа і d = 35мм.: $K\sigma_d$ = 2.70; $K\sigma_d$ = 2.1

Визначаємо запас міцності для нормальних напружень:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K\sigma_d \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{450}{2.07 \cdot 1.034 + 0.15 \cdot 0} = 210$$

де $\sigma_a = \frac{M_{зг}}{W_0} = \frac{4.35 \cdot 10^3}{4207} = 1.034Па$ – амплітуда номінальних напружень згину;

де $W_0 = 4207мм^3$ – осьовий момент опору; $\sigma_m = 0$

Знаходимо запас міцності для дотичних напружень. Знаходимо полярний момент опору при d = 35мм, $W_p = 7913мм^3$.

Напруження кручення:

$$\tau = \frac{T_{кр}}{W_p} = \frac{8.53 \cdot 10^3}{7913} = 1.08 Па$$

Амплітуда і середнє значення номінальних напружень кручення:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{1.08}{2} = 0.54 Па$$

Запас міцності для дотичних напружень:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K\tau_d \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{250}{2.1 \cdot 0.54 + 0.1 \cdot 0.54} = 210.6$$

Загальний запас міцності в перерізі:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\tau^2 + n_\sigma^2}} = \frac{210 \cdot 210.6}{\sqrt{210.6^2 + 210^2}} = 148 \succ [n] = 1.8$$

Таким чином, перевірка довела, що умови міцності виконуються.

3.3.4. Розрахунок на міцність

Розрахунок шпонкових з'єднань

Найбільш небезпечною деформацією для шпонки є зминання від крутного моменту Т:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \le [\sigma]_{зм} \qquad (3.20)$$

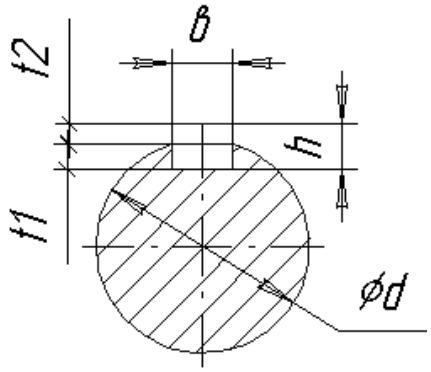

Рис.3.27. Ескіз шпонки

За ДСТУ 24071:2005 для d_1 = 46мм вибираємо шпонку в×h = 8×10

d_1 = 36мм T = 853Нм

t_1 = 6мм $l_р$ = 50мм

в = 8мм h = 9мм

$[\sigma]_{зм}$ = 150МПа

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 853 \cdot 10^3}{46 \cdot 50 \cdot (7-4)} = 91 МПа \le [\sigma]_{зм} = 150 МПа$$

За ДСТУ 24071:2005 для d_2 = 32мм вибираємо шпонку в×h = 8×10. d_1 = 32мм; t_1 = 4мм; $l_р$ = 45мм; в = 8мм; h = 10мм; $[\sigma]_{зм}$ = 150МПа

Перевірочний розрахунок шпонок на зріз.

$$\tau_{зр} = \frac{F_{зр}}{S_{зр}} \le [\tau]_{зр} ; \quad (3.21)$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T}{d_в \cdot в \cdot l} \quad (3.22)$$

$$\tau_{зр1} = \frac{2 \cdot 853 \cdot 10^3}{46 \cdot 8 \cdot 50} = 341 МПа \prec [\tau]_{зр} = 950 МПа$$

$$\tau_{зр2} = \frac{2 \cdot 8.53 \cdot 10^3}{52 \cdot 8 \cdot 45} = 190 МПа \prec [\tau]_{зр} = 950 МПа$$

Вибір підшипників

Попередньо вибираємо радіально-упорний роликовий підшипник за ДСТУ 9078:2021 легкої серії №36207

d = 40мм

D = 68мм

в = 28мм

Виконуємо перевірку вибраного підшипника за динамічною вантажопідйомністю

Номінальна довговічність підшипника в млн. обертів:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (3.23)$$

де С = 2400кгс = 23544Н – каталожна динамічна вантажопідйомність підшипника №36207;

Р – еквівалентне розрахункове навантаження на підшипник;

^{p} – степеневий показник для роликових підшипників, р = 3

Радіальне навантаження на підшипник $F_p = R_A = 151.4$Н

Еквівалентне радіальне навантаження:

$$P_e = \left(x \cdot v \cdot F_p + y \cdot F_a\right) \cdot k_\sigma \cdot k_\tau \qquad (3.24)$$

де $F_a = 0$ – осьове навантаження;

x = 1 – коефіцієнт радіального навантаження;

y = 0 – коефіцієнт осьового навантаження;

v = 1– коефіцієнт обертання;

$k_\sigma = 1$ – коефіцієнт безпеки;

$k_\tau = 1.05$ – температурний коефіцієнт.

При n = 28об/хв. і L_h = 20000год (розрахункова довговічність) знаходимо відношення $\frac{C}{P}$, враховуючи, що

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} \qquad (3.25)$$

Тоді $L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} = \frac{60 \cdot 28 \cdot 20000}{10^6} = 33.6$

Звідси $\frac{C}{P_e} = \sqrt[3]{L} = \sqrt[3]{33.6} = 3.23$

Отже $C = 3.23 \cdot P_e = 3.23 \cdot 159 = 513$Н, що менше С = 23544Н

Тому залишаємо обраний підшипник.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Загальні вимоги

Правила технічної експлуатації обладнання передбачають забезпечення нормальних зовнішніх вимог його роботи (відповідність приміщень, температура, вологість, чистота повітря), належного стану робочого місця (стан підходів до обладнання, зберігання напівфабрикатів, інвентаря), підтримка обладнання в чистоті, своєчасне та правильне змащування по встановлених для даної машини режимам, додержування допустимих режимів роботи механізмів (навантаження силові, швидкісні), виконання правил управління машиною, виконання передбачених системою ППР правил міжремонтного обслуговування. Нагляд за технічним станом обладнання на заводі здійснює відділ головного механіка, який не тільки контролює умови експлуатації, але і готовить технічні рекомендації по покращенню стану обладнання.

Догляд за обладнанням має важливе значення для зберігання його працездатності. При ретельному догляді можна збільшити термін його служби до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник забов’язаний оглянути машин, перевірити, чисто чи вона прибрана робітником, який здає зміну, вмикнути та перевірити робочий її стан, оглянути місця змащування, наявність мастила в них. При виявленні яких – небудь пошкоджень чи неполадок, робітник, не приступаючи до роботи повинен доповісти про них майстру.

В процесі роботи необхідно слідкувати за тим, щоб робочі органи машини були справні. За поломку, викликану неправильною експлуатацією, несуть відповідальність як робочий так і майстер. Не допускається залишати працюючу машину без нагляду.

На проміжку робочої зміни необхідно виконувати змащування всіх місць, передбачених картою змащування для даної машини, мастилом, передбаченим в інструкції.

Під час роботи машини необхідно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі робітник повинен зупинити машину та виконати необхідне регулювання. При дрібних

поломках, що не викликають простою, необхідно зразу ж замінити зламану частину запасною; при поломках, що викликають простой машини, робітник повинен зразу ж сповістити про це майстра.

4.2. Налагодження

Монтажні роботи проводяться за спеціально розробленим проєктом організації монтажу, в якому відображені такі основні питання і технічні рішення:

– календарні плани робіт по монтажу в цілому, а також з монтажу окремих об’єктів та видів про обладнання;

– план майданчика для монтажних робіт; методи робіт та їх механізація, заходи щодо безпечного ведення робіт;

– технологічні схеми процесів монтажу окремих об’єктів обладнання в планах і розрізах;

– потреба в підйомно-транспортному устаткуванні, приладах, опорних пристроях і інструменті для механізації монтажних робіт;

– потреба в робочій силі; розстановка спеціалізованих і монтажних бригад;

– схеми суміщення монтажних робот з будівельними та спеціально монтажними;

– кошториси на виробництво монтажних робіт.

На кожен проєкт організації монтажних робіт розробляється проєктно-кошторисна документація.

Обсяг проєктної документації на монтаж технологічного обладнання та трубопроводів повинен відповідати вимогам БНіП «Інструкції з розробки проєктів і кошторисів для промислового будівництва СН 202-76» і « Монтажно-технологічним вимогам до проєктування промислових підприємств».

При монтажі розливно-закупорювального блока Delta D40 необхідно врахувати його експлуатаційні особливості і заходи безпеки. Монтаж ведеться у відповідності з монтажними кресленнями і схемою стропування, які прикладаються до паспорта машини:

1. Через не дуже значну власну вагу машина встановлюється на підлогу без фундаментних болтів.

Місце монтажу повинно відповідати санітарно-технічним вимогам. При підготовці площадки для установки машини необхідно передбачити ухили для стоку води в каналізаційну систему. Покриття підлоги повинно забезпечувати гарний змив бруду і сміття.

Для нормального обслуговування передбачити вільний простір навколо машини.

Висота помешкання повинна забезпечувати установку під'ємно-транспортуючого устаткування для демонтажних робіт при ремонті машини.

2. До місця монтажу машина транспортується в упакованому виді автонавантажувачем або іншими транспортними засобами, що забезпечують цілість упаковки.

3. У безпосередній близькості від місця установки машини ящик розпакувати, перевірити вміст ящиків по товаросупроводжувальних документах. Основу ящика варто лишати під машиною поки машина не буде доставлена на місце монтажу.

4. Строповку машини без упаковки робити тільки відповідно до схеми строповки.

5. Встановити машину в проектне положення на підготовлене місце.

6. Підняти машину піднімальними механізмами на висоту біля 150 мм. Зібрати опорні стійки, установити під ними опори й опустити на них машину. Зазор між підлогою і нижньою поверхнею рами повинний бути біля 150 мм.

7. Розконсервувати машину, від'єднані складальні вузли і деталі. Поверхні, що мають консерваційне мастило, промити бензином Б72 ДСТУ 1012-72 або уайт-спиртом ДСТУ 3134-78, насухо протерти, видалити сліди корозії, що з'явилися через несприятливі умови зберігання.

8. Після регулювання положення машини приступити до монтажу від'єднаних на час транспортування складальних одиниць і деталей.

9. Зробити монтаж трубопроводів і арматури повітря промислового і

стерильного. Трубопроводи повинні мати власні опори, підводитися до штуцерів і патрубків без перекосів і приєднуватися вільно без виникнення на них бічних і осьових зусиль.

Підключення всіх трубопроводів повинно бути виконане з дотриманням герметичності. При цьому заниження умовного проходу трубопроводів не припускається.

10. Встановити шафу електроустаткування. Шафа електроустаткування підвішується на раму. Електропроводку від шафи до розподільної коробки машини проводити в трубі. Підключення провести відповідно до електричної схеми. Машину і шафу електроустаткування заземлити.

11. Обертанням штурвала вручну прокрутити машину для перевірки її працездатності.

Включати електродвигун допускається тільки після витримки машини в помешканні цеху влітку в сухий час не менше доби, а взимку і в сиру погоду – не менше трьох діб для просушки ізоляції обмотки електродвигуна і всієї електричної апаратури. Перевірити правильність підключення електродвигуна шляхом його короткочасного вмикання.

12. Переконавшись у цілісності машини і легкості обертання, включити її в наладочному режимі. Машина повинна працювати плавно без ривків і заїдань.

Прокрутити машину в робочому режимі.

13. Зробити відповідне пофарбування трубопроводів і нанести умовний знак на шафу електроапаратури по ДСТУ 14202-69, ДСТУ 12.4.026-76.

14. Перевірити й оформити відповідним документом перевірку захисного заземлення.

15. Оформити акт завершення монтажу і готовність об’єкта до проведення пусконаладочних робіт.

4.3. Технічне обслуговування

Правила технічної експлуатації обладнання передбачають забезпечення нормальних умов його роботи, належного стану робочого місця, підтримку обладнання в чистоті, своєчасне і правильне мащення по встановлених для

даної машини режимаж, дотримання допустимих режимів роботи механізмів, виконання передбачених системою планово – попереджувального ремонту (ППР) правил міжремонтного обслуговування.

При експлуатації розливно-закупорювального блока Delta D40 необхідно:

1. Приймаючи машину в наладку, наладчик зобов'язаний зовнішнім оглядом визначити комплектність і стан машини, правильність складання вузлів і монтажу трубопроводів. Включити машину і прокрутити в наладочному режимі, перевірити плавність роботи вузлів. Після усунення виявлених зауважень приступити до проведення пусконаладочних робіт.

2. Перевірити затягування всіх кріплень.

3. Продути трубопроводи підведення і фільтри-вологовідділювачі, перевірити їхню герметичність і, при необхідності, усунути витік.

4. Провести змащення машини відповідно до схеми змащення.

5. Перевірити плавність ходу транспортерів.

6. Перевірити і, при необхідності, відрегулювати хід пневмоциліндру.

7. Перевірити працездатність механізму орієнтації пустих банок.

8. Виставити напрямні транспортерів відносно машини розливу та закаточної машини, витримавши розмір.

9. Виставити механізм завантаження банок на столики розливу.

10. Зробити мийку і дезинфекцію машини.

11. Після дезинфекції машину протерти тряпкою.

12 Встановити пакет кришок та виставити шнек подачі кришки в ячейки закаточної машини. При заправленні пакету кришок слідкувати за справністю та реакцією датчиків на наявність кришки.

13. Випробувати машину під навантаженням. Пропускання невеличких партій банок сполучати з підналагодженням і регулюванням окремих вузлів машини, регулюванням тиску в системі подачі вуглекислоти та подачі продукту до напірного резервуару. Добитися цим самим рівномірного наливу продукту. Та унеможливити вспіненя газованого напою.

14. Переконавшись у правильній наладці, зробити обкатування машини на

холостому ходу протягом 4-х годин. Машина повинна працювати плавно, без ривків і заїдань. При вмиканні машини розгін повинний відбуватися плавно без ривків і заїдань. Не допускається деренчання, наростаючий стукіт, нагрів підшипників вище 70^{o} С, підтікання мастила з редуктора і масляних ванн.

15. При задовільній роботі машини переходити до роботи під навантаженням.

Основними причинами несправностей в елементах пневматичної системи є: знос або розрив елементів або пневматичних проводів; низька якість підготовки стиснутого повітря; недопустиме навантаження на елементи; відносне переміщення пневматичних елементів в процесі роботи; неправильні монтаж і приєднання трубопроводів; некваліфіковане обслуговування.

При цьому можуть виникати такі несправності: заклинювання елементів; механічна поломка елементів; зниження тиску повітря в системі в результаті її пошкодження або зменшення каналу для подачі повітря; неправильне підключення елементів.

Найпоширеніші несправності виникають із-за неякісного очищення та зміни тиску повітря. Зменшення чи збільшення надлишкового тиску призводить до зменшення чи збільшення швидкості пневмоциліндрів, або до зменшення чи збільшення зусиль, які розвивають штоки пневмоциліндрів. Також дуже часто застосовують неякісні мастила.

Зубчасті передачі зношуються в місцях контакта робочих поверхонь зубців колес і нарізок черв’яка.

Пластинчасті конвеєри по конструкції близькі до ланцюгових передач. Найбільш відповідальними вузлами і деталями цих конвеєрів є шарнірні зачеплення і передаточні зірочки, які найчастіше зношуються.

Діагностика несправностей починається з визначення групи, до якої належать дані несправності.

Всі несправності поділяються на дві групи:

1. Зовнішні – ті, що можна побачити візуально або почути (порушення зв’язку між елементами або вихід з ладу елементів системи).

2. Внутрішні – ті, що проявляються в збої системи керування в процесі роботи.

Для визначення ступені зношування зубчастих передач передачу розбирають, деталі її ретельно промивають і просушують. Знімати з валів посаджені з натягом зубчасті колеса не обов’язково.

Наявність сколювань і викришувань зубців, раковин і тріщин біля корнів зубців і в маточинах визначають при зовнішньому огляді.

Биття зубчастих вінців вимірюють після установки колеса на зубчастому валу чи контрольному валу. Вали закріплюють в центрах. Перевірку виконують по початковому колу індикатором з допомогою спеціальних накінечників.

Величина зношення зубців по товщині циліндричних і конічних передач визначається штангензубометром. Товщину зубця вимірюють по хорді між точками дотику вихідного контуру з боковими профілями зубця в перерізі. Розмір цієї хорди постійний для колес з будь-яким числом зубців, що мають однаковий модуль.

Зношення зубців по висоті визначається шаблоном чи штангензубометром.

Радіальні і бокові зазори зубчастих зачеплень вимірюють щупом в деяких місцях по колу колес. Про величину бічного зазору можна зробити висновок по куту холостого хода одного колеса при нерухомому положенні іншого.

Мащення вузлів розливно-закупорювального блоку слід проводити згідно карти мащення.

Карта змащування розливно-закупорювального блока Delta D40

Номер позиції на схемі змащу-вання	Місце змащування	Кіль-кість точок змащу-вання	Мастило	Спосіб нанесення змащува-льного мастильного матеріалу	Періодич-ність змащува-ння
1	Підшипники	2	Солідол УС – 2	Набивка	1 раз в рік

	валу електро-двигуна				
2	Редуктор черв'ячний	1	Індустріальне 40 – А	Залив в корпус	1 раз в 3 місяці
3,4	Ланцюгові передачі	2	Солідол УС – 2	Нанесення	1 раз в місяць
5,6	Підпишники робочого органу валу	4	Солідол	Набивка	1 раз в зміну
7,8	Вінці зірочок, ланцюги		Солідол жировий Ж	Промащу-вання	Через 120 змін

4.4. Автоматизація виробництва

На сучасному етапі виробництва існує потреба у підвищенні ефективності використання виробничих потужностей та підвищення якості продукції. Це викликає як заміну технологічного обладнання на нове, більш сучасне, разом зі змінами до технологічного регламенту, так і потребу у допомозі технологічному персоналу, яка може бути реалізованою за допомогою автоматизації технологічних процесів. Автоматизація може бути повною та частковою. У той же час методів автоматизації існує на даний час два: за допомогою локальних регуляторів та за допомогою мікропроцесорних контролерів. Кожен з наведених методів має свої переваги та недоліки. При автоматизації за допомогою локальних регуляторів підвищується надійність та живучість в системі, а при автоматизації за допомогою мікропроцесорних контролерів підвищується точність регулювання та його швидкодія, а також з'являється можливість досить значного ускладнення алгоритмів управління. Головною ж перевагою автоматизації у економічному плані є змога

максимально вивільнити трудові ресурси підприємства, збільшивши при цьому прибуток на одну трудову одиницю та сумарний.

Враховуючи те, що навіть машини розливу на сьогоднішній день мають дуже високу складність в управлінні, а раніше для їх управління застосовували досить повільні релейні схеми, автоматизація таких машин з застосуванням сучасної швидкісної мікропроцесорної техніки є досить суттєво актуальною, оскільки дасть можливість підвищити темп виробництва, а отже і його прибуток.

Опис технологічного процесу наливу напою в банки

У відповідності з функціональною схемою розроблена схема автоматизації, яка передбачає:

– автоматичний контроль тисків, напорів, температур;

– автоматична і дистанційна стабілізація тиску;

– автоматичне програмно – логічне і дистанційне управління електроприводами та клапанами.

Процес розливу напою в алюмінієві банки складається з таких етапів:

1. Завантаження блоку розливу банками;
2. Продувка банки вуглекислотним газом;
3. Наповнення тари напоєм;
4. Стравлювання вуглекислоти з банки;
5. Розвантаження блоку.

Даний розливо-укупорювальний блок призначений для розливу напою в алюмінієві баночки місткістю 0,33л та 0,5л.

Для нормальної роботи блоку потрібна стабілізація тисків як вуглекислотного газу так і напою. Цього добиваються для того щоб напій був рівномірно розлитий в тару та не пінився. Також потрібно контролювати температуру продукту межах 3 – 8⊕С, так при підвищених температурах напій теж має здатність пінитись. Також потрібно контролювати рівномірний вхід та вихід тари з блоку.

Завдання на розробку системи автоматизації

Агрегат, апарат	Параметр і місце відбору	Допустиме значення параметру	Вид автома-тизації	Характер контролю, керування	Додаткові вимоги
Резервуар з напоєм	Тиск	З – 5 МПа	Показ, сигналізація, стабілізація	Світлова сигн.	Вплив на клапан на виході
	Темпера-тура	З – 8⊕С	Показ		
Привод блоку розливу	Двигун	Стан	Управління, сигналізація	Світлова сигн.	Вплив на двигун на виході
Транспортер банки на вході	Наявність банки	Стан	Сигналізація	Зупинка потоку банок.	–
Транспортер банки на виході	Наявність банки	Стан	Сигналізація	Світлова сигн.	–
Рівень напою в блоці	–	Наявність напою	Показ.	Світлова сигн.	–
Підвід напою до резервуара	Тиск	З – 5 МПа	Показ, стабілізація.	Регулю-вання подачі напою	Вплив на запірний клапан

Основним елементом системи автоматизації є мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric, який виконує функції як управління так і регулювання.

Показ нижнього рівня напою в напірному резервуарі здійснюється за допомогою (1а) електродів які вимірюють провідність продукту. Як тільки рівень напою зменшився сигнал подається на контрольну лампочку HL1.

Контроль за тиском здійснюємо візуально за допомогою звичайного манометра (5а) який розташований по місцю. Також тиск контролюється

автоматично відбувається вимірюванням його за допомогою тензометричного перетворювача (3а) зі струмовим виходом поданим до автоматичного міліамперметра (3б), після якого сигнал йде на МПК, де регулюється та сигналізується на табло, а регулювальний струмовий сигнал потрапляє до електропневмоперетворювача (3в), який утворює тиск до регулювального клапана (3г).

В системі подачі напою контролюється витрата його, первинний перетворювач подає сигнал на обробку (4б), а потім іде на індикацію та регістрацію (4в). Витратомір складається із первинного перетворювача (позиція 11а) і вторинного (вимірюючого) приладу . Первинний перетворювач являє собою частину трубки, виготовленої із ненамагнічуваного матеріалу, яка встановлена між полюсами електромагніта. Сигнал, що йде від останнього крім корисної складової має поміхи, тому вимірюючий прилад включає в себе активний фільтр і підсилювач, вихідний сигнал якого є постійним струмом 0...5 мА. Цей сигнал поступає через електропневмоперетворювач на вторинний прилад. В якості реєструючого пристрою використовується вторинний прилад типу ПВУ 2Е.

Місцеве управління електроприводом в даній схемі виконується за допомогою кнопок управління (6а), що розташовані на місці. Дистанційне управління здійснюється кнопками управління (6б), розташованими на щиті.

Сигналізація здійснюється сигнальними лампами або світловим табло (позиції HL2).

Для вимірювання частоти обертання вхідного вала використовується електричний тахометр ТЕ 5 (7а). В якості датчика використовують тахометр змінного струму з постійними магнітами, а в якості вимірювального пристрою – стрілочний пристрій типу Ц1600/К.

Принцип дії електричних тахометрів заснований на перетворенні первинним перетворювачем частоти обертання вала об’єкта в ЕРС з частотою, пропорційною частоті обертання вала і на властивості застосування магнітного поля що обертається.

Алгоритм роботи транспортної системи реалізовано за допомогою фотодатчиків, сигнальних табло та апаратури пуску/зупину банки. За умови наявності банки (8а) загорається лампочка HL3.

Використання сучасних засобів і систем автоматизації дозволяє вирішувати наступні задачі:

– вести виробничий процес максимально продуктивно, при цьому автоматично враховуючи і відслідковуючи безперервні зміни параметрів;

– управління процесом на відстані;

– автоматизоване поєднання кількох виробничих процесів;

– зменшення кількості робітників.

Впровадження систем контролю і регулювання дозволяють зменшити долю ручної праці і покращити умови праці; зменшити вірогідність аварійних ситуацій; покращити якість продукції; понизити собівартість продукції; збільшити продуктивність обладнання; зменшити втрати сировини, палива і енергії. За рахунок цих заходів досягається висока економічна ефективність.

Специфікація на прилади та засоби автоматизації

Поз	Параметр	Значення	Місце установки	Найменування	Тип	Кіл.
2а	Темпе-ратура	°С	За місцем	Платиновий термометр опору, межі 0 – 100°С	КПМ2	1
1а	Рівень	–	Щит управління	Міст автоматичний	ТСП-7095	1
4а, 4б, 4в, 10а, 10б, 10в	Витрата	$м^3$/год	Щит управління	Вимірювач провідності	Витрато-мір ПВУ 2Е	2

3а, 3б, 3в	Тиск	0–10МПа	Підвід продукту	Тензометричний перетворювач тиску, вихідний сигнал 0..5мА	Сапфір-22ДИ	1
5а	Тиск	0–10МПа	За місцем	Манометр	–	1
6а, 6б, 6в, 6г	Регулювання частоти обертання	65–300 об/хв	Щит управління	Резистор	–	1
8а, 9а	Наявність банки	–	Транспортер входу та виходу	Фотодатчики	TGC	2

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці .

Для безпечної роботи розливно–закупорювального блока Delta D40 необхідно:

– до обслуговування і роботи на машині допускаються тільки особи, які пройшли відповідну підготовку та вивчили правила техніки безпеки і посібник з експлуатації;

– для обслуговування машини оператори і налагоджувальники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху по ДСТУ 12.4.051-87, спеціальним одягом і захисними окулярами;

– зона обслуговування машини повинна бути позначена знаком безпеки по ДСТУ 12.4.026-76;

– для забезпечення безпеки переміщення оператора й охорони його ніг від промокання робоче місце забезпечується настилом висотою 250 мм;

– проходи не повинні бути захаращені ящиками, пляшками й іншими сторонніми предметами;

– для забезпечення електробезпечності електропроводка від шафи до машини повинна бути прокладена тільки в металевій трубі;

– корпус машини і шафу з електроустаткуванням надійно заземлити. Для заземлення машини з заземлюючим контуром на станині передбачений спеціальний болт, відзначений знаком «Земля»;

– контроль за надійністю заземлення металевих частин машини повинний здійснюватися відповідно до правил і вимог ПУЕ і ПТЕ;

– кожухи та огородження машини повинні бути встановлені на місцях і надійно закріплені;

– перед початком роботи перевірити справність захисних пристроїв, спрацьовування електроблокування. Категорично забороняється працювати з

відкритим огородженням каруселі, ушкодженими електрокнопками керування машини;

– під час роботи машини забороняється поправляти, переставляти лежачі банки на транспортері;

– при усуненні дрібних неполадок протягом робочої зміни і чищенні обов'язково зупинити машину і вжити заходів обережності проти випадкового пуску. Забороняється лишати на машині в період роботи інструменти й інші предмети;

– стежити за справністю захисних пристроїв для автоматичної зупинки машини при перевантаженнях механізмів. Для екстреної (аварійної) зупинки машини передбачені дві кнопки «Стоп» із грибоподібним штовхачем червоного кольору;

– регулярно прочищати трапи для відводу води. По закінченні робочої зміни робити очищення машини, прибирати робоче місце;

– категорично забороняється робити обдувку машини зі знятими кожухами циліндрів;

– при проведенні ремонтних робіт, а також огляді електроустаткування обов'язково виключити пакетник і переконатися у відсутності напруги на корпусі машини. Утримувати в належному стані металеві труби і металорукава, що захищають електричні проводи від ушкодження;

– систематично стежити за заземленням механічних частин, що можуть виявитися під напругою у випадку порушення заземлення;

– обслуговуючому персоналу забороняється: вмикати автомат без попередження, а також не переконавшись в його справності; працювати при несправних або завчасно закорочених блокіровках; працювати в незаправленому одязі.

При перевірці цеху розливу баночної продукції і розливно – закупорювального блоку можна зробити висновки, що в цеху виконуються необхідні норми з техніки безпеки охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолов О.В. Курсове та дипломне проєктування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолов, П.В. Гурський, В.П. Богомолова. –Х.: Еспада, 2005. – 432 с.

2. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості /І.С. Гулий. –Вінниця: Нова книга, 2001. – 575 с.

3. Дацишин О.В. Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов. –К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.

4. Дипломне проєктування / Г.В. Дейниченко, О.І. Черевко, Н.О. Власова, І.Г. Дейнека. –Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2004. – 256 с.

5. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. Київ : ІНКОС, 2004. – 426 с.

6. Закалов О.В. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, А.І. Бортник.–Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2005. – 105 с.

7. Курсове і дипломне проєктування: методичні рекомендації щодо складання принципових і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ : НУХТ, 2012. – 67 с.

8. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». – К.: НУХТ, 2011. – 156 с.

9. Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. –К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

10. Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С. Р., Кошова В. М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підручник/ за ред. А. Є. Мелетьєва. Вінниця : Нова Книга, 2007. – 392 с.

11. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.–648 с.

12. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

13. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів -Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2021. – 96с.

14. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, І.А. Зозуляк.– Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 336 с.

15. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. / А.Є. Мелетьєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін. // під ред. А.Є. Мелетьєва. Київ: НУХТ, 2007. – 256 с.

16. Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний, О.І.Черевко ,В.Б.Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007. – 304с.

17. ДСТУ 3888:15 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 14 с..

18. ДСТУ 3769-98 Ячмінь. Технологічні вимоги. [Чинний від 1999-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 1998. – 11 с.

19. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови.[Чинний від 2004–1–01].Київ: Держспоживстандарт України,2004. – 14 с.

20. ДСТУ 4097.1–2002 Хміль гіркий. Загальні технічні умови. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. – 19 с.

21. ДСТУ 7067: 2009 Хміль. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 16 с.

ВИСНОВКИ

Новизна роботи полягає у модернізації механізму переналагодження машини розливу з одної тари на іншу, замінивши привід на більш досконалий, та удосконалення конструкції головного приводу машини розливу.

В результаті виконання дипломного проєкту, а саме модернізації розливно-закупорювального блоку Delta D40, нова конструкція має наступні переваги із існуючим прототипом:

– спрощення переналагодження машини розливу;
– надійність системи переналагодження;
– полегшення фізичної праці обслуговуючого персоналу;
– вирішення проблем з монтажем приводу після ремонту;
– підвищеться термін роботи приводу.

Проведена науково-дослідна робота доводить, що використання проєктованого розливно-закупорювального блоку Delta D40 забезпечить отримання високоякісного пива, а це означає, що готові вироби будуть відрізнятись високою якістю і конкурентноспроможністю.

Суть модернізації полягає у заміні механізму переналагодження машини розливу по висоті з 0,33л на 0,5л. Відбувається заміна приводу зубчастої передачі на ланцюгову. Також проводимо заміну муфти головного приводу, встановлюємо пружну втулково- пальцеву муфту.

З цією метою проводимо аналіз технологічних та конструктивних рішень процесу розливу газованих напоїв, здійснюємо розрахунок технологічних, конструктивних параметрів. Що дозволило визначитись з оптимальним шляхом модернізації машини розливу.

Розглянуті також питання: з монтажу та ремонту машини; охорони праці; заходи з охорони навколишнього середовища та цивільної оборони, що засвідчує доцільність впровадження пропонованої розробки у виробництво.

Поєднання нових ознак із раніше відомими в сукупності дало можливість одержати новий позитивний ефект, що підтверджується розрахунками.

ДОДАТКИ