

## АНОТАЦІЯ

Тема роботи: Розробка автоматизованого комплексу для палетизації продукції у PET-пляшках на базі ПраТ “Добра вода”.

У кваліфікаційній роботі здійснюється розробка заходів з автоматизації комплексу для укладання продукції в палети. Запропонована система побудована на базі існуючої на підприємства транспортної системи. Використання запропонованого комплексу дозволяє синхронізувати за часом роботу транспортної системи та укладача блоків пляшок у палети.

При розробці автоматизованої системи контролю за процесом укладання блоків вирішувалися задачі контролю положення пляшок та блоків із ним перед укладанням на піддони. Для цього використовувалися системи безконтактного контролю, побудовані на фотоелектричних та індуктивних давачах. В якості виконавчих механізмів керування здійснювалося двигунами конвеєрів та укладача палет.

Виконано розробку заходів з питань розробки програмного засобу для маркування етикеток на продукції.

Проведено аналіз питань охорони праці та безпеки життєдіяльності.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	8
1.1 Класифікація устаткування для розливу рідин .....	8
1.2 Системи контролю при виготовленні питної води.....	11
1.3 Аналіз сучасних способів упаковки .....	13
2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....	20
2.1 Технологічний процес виробництва мінеральної води.....	20
2.2 Проектування автоматизованої системи керування та контролю ..	36
2.2.1 Вибір керуючого пристрою автоматизованої системи .....	36
2.2.2 Вибір пристрою керування двигунами .....	42
2.2.3 Засоби контролю положення блоків PET-пляшок при транспортуванні.....	44
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Постановка задачі на розробку програмного забезпечення .....	49
3.2 Розробка програмного засобу .....	50
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ .....	58
4.1 Захисні елементи на лінії.....	58
4.2 Правила розміщення щитів і пультів у технологічних приміщеннях .....	60
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	64
ДОДАТКИ.....	66

## ВСТУП

Технологія одержання певних видів продукції, як правило, складається із різних процесів. Їх кількість, склад і послідовність виконання залежить від вихідної сировини, її підготовки, складності та кількості обладнання, знарядь праці й організації виробництва.

Автоматизація технологічного процесу – це сукупність методів і засобів, призначена для реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати керування виробничим процесом без особистої участі людини.

Основними цілями автоматизації технологічного процесу є:

- Підвищення ефективності виробничого процесу;
- Підвищення безпеки виробничого процесу.

Мети можна досягнути за допомогою рішення наступних завдань автоматизації технологічного процесу:

- Поліпшення якості регулювання;
- Підвищення коефіцієнта готовності устаткування;
- Поліпшення ергономіки праці операторів процесу.

У зв'язку з різницею підходів розрізняють автоматизацію наступних технологічних процесів:

- Автоматизація безперервних технологічних процесів (Process Automation)
- Автоматизація дискретних технологічних процесів (Factory Automation)
- Автоматизація гібридних технологічних процесів (Hybrid Automation)

Вода є однією з найважливіших і необхідних складових частин нашого організму. Забезпечує організм здоров'ям і правильним функціонування. Потреба води є на другому місці після потреби повітря. Кількість води яка необхідна до підтримання водного балансу залежить від багатьох чинників, перш за все від століття, фізичної активності температури навколишнього

середовища й якості повітря. Встановлюючи щоденну дієту ми часто забуваємо, яким важливим елементом доброї форми організму є вода, яка дає відповідну кількість складових мінеральних частин. Брак води може значно впливати на знижку доброго самопочуття, або діяти негативно на наше здоров'я.

У клопоті про чистоту і якість води фірма гарантує два рази на рік заміну всіх елементів, які мають дотик з водою. Клієнтам пропонується легке обладнання в обслуговуванні, безвідмовне, естетичне, безпечне для споживача.

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Класифікація устаткування для розливу рідин

За принципом дозування рідини машини розливу бувають трьох видів:

1. За рівнем - коли тара будь-якої ємкості заповнюється до певного рівня;
2. За об'ємом - дозатори відмірюють порцію рідини певного об'єму і розливають її в тару;
3. За масою і за часом - дозування здійснюється за допомогою спеціальних давачів і дозуючих голівок з відсікаючими клапанами з мікропроцесорним управлінням.

За способом подачі рідини в тару розлив може бути:

1. Вільним (гравітаційним) - рідина витікає в тару під дією власної ваги. Він використовується для спокійних рідин, таких як негазована вода, молоко, чисті фруктові соки. При гравітаційному розливі кожен наповнюючий клапан безпосередньо сполучений з резервуаром. Рідина стікає по стінках пляшки, а повітря по окремому каналу віддаляється з неї. Отвори для відведення повітря служать і для точного вирівнювання рівня рідини в пляшці;
2. Примусовим (напірним) - розлив виконується під дією різниці тисків повітря в резервуарі і в тарі під дією поршневого дозатора або спеціального насоса.

За температурою розливу він може ділитися на:

1. Гарячий розлив - розлив при максимальній температурі до 85-90°C. Він підходить для технології виробництва продуктів тривалого терміну зберігання при мінімальних інвестиціях. Напої, які споживаються охолодженими, - газована вода, фруктові соки, тоніки і чай - можуть розливатися в гарячому стані. Гарячий розлив дозволяє знищити мікроорганізми, шкідливі як для продукту, так і для здоров'я споживача. Але

сам продукт, особливо на базі натуральних соків, може набути при цьому способі «варений» присмак;

2. Холодний асептичний розлив - здійснюється за автоматизованою технологією з дотриманням умов стерильності процесу і матеріалів. Специфіка такого способу: при використанні звичайної Пет-пляшки без посилення її бар'єрних властивостей (багатошаровою, дорогих напильень або дорогих «добавок») можливо забезпечити термін зберігання продукції на полиці до 6-12 місяців практично для всіх видів соків і напоїв лише за рахунок асептичної технології.

Залежно від величини тиску повітря в тарі розлив може виконуватися:

- при підвищеному тиску;
- при атмосферному тиску;
- під вакуумом.

Ізобарний метод розливу - це метод вирівнювання тисків. При розливі пінистих рідин застосовується підвищений постійний тиск, як в резервуарі, так і в тарі, яка в цьому випадку має бути герметизована. При цьому використовується принцип ізобарності.

Ізобарний процес - це процес, що відбувається при одному і тому ж незмінному тиску.

Відбувається він таким чином: спочатку пляшку наповнюють вуглекислим газом до того рівня, коли тиск газу в пляшці стане рівним тиску газового середовища в напої (пиві, квасі і тому подібне). Рівність тисків в пляшці і резервуарі забезпечує донасиченість рідини газом в пляшці й усуває можливість спінювання. Лише по досягненню рівності тисків в пляшці і резервуарі відбувається наливання. Під час цього процесу тиск в напої і в пляшці зберігається на одному рівні.

Ізобарний метод розливу використовується найчастішим для розливу:

- продуктів живого бродіння - пива, квасу;
- напоїв на основі цукрових сиропів;

- напоїв на основі натуральних концентратів.
- газованої води і газованих напоїв.
- спокійних і газованих вин;

Принципова відмінність розливу газованих напоїв від спокійних в тому, що газовані напої (шампанське, пиво, квас або напої, штучно насичені вуглекислим газом) завжди розливаються під високим тиском і при низькій температурі.

При атмосферному тиску розливають негазовану воду, молоко, чисті фруктові соки, тихі вина і інші спокійні рідини, при цьому може застосовуватися вільна або примусова подача напою.

Вакуумний розлив використовується для щільних і в'язких рідин (рослинна олія, сиропи, нектари). Високий вакуум створюється спеціальним вакуумним насосом. Розлив починається із створення вакууму в пляшці, після чого рідина швидко всмоктується в неї. Такий тип розливу із зрозумілих причин практично не застосовується для розливу в Pet-тару.

#### Електронний розлив

Новітня технологія розливу - електронний (імпульсний, валюметричний) розлив. Дана технологія подає рідину в тару практично безпосередньо з резервуару за допомогою спеціального електронного імпульсного дозатора, що відмірює продукт рівними порціями.

Перевагами електронного розливу є універсальність машин такого типу розливу, оскільки за допомогою неї можна розливати різні види продуктів різної міри в'язкості; стерильність розфасованого продукту, оскільки під час розливу розливна голівка не контактує з шийкою тари; за рахунок схеми проходження продукту виключається його збовтування і небажане спінювання; висока продуктивність; компактність; зниження експлуатаційних витрат. Даний вид розливу здійснюється за допомогою імпульсів за об'ємом, тобто за валюметричним принципом і реально забезпечує точність розливу на рівні +/- 0,2-0,5 % від заданого об'єму

Недоліки машин з таким типом розливу: вища вартість в порівнянні з машинами традиційного розливу такої ж продуктивності (дорожче на 20-30%); вимагає обслуговування висококваліфікованим персоналом; «примхливість» устаткування (чутливість до перепадів напруги, помилок оператора і тому подібне).

Надійний і точний контроль рівня розливу води є одним із найважливіших завдань системи менеджменту в виробництві бутильованої води. Ці вимоги визначаються не лише статутом фірм виробників, але й контролем якості та ефективністю процесу виробництва. Використання системи контролю рівня запобігає переповненню пляшок та виключає різного роду дефекти.

## **1.2 Системи контролю при виготовленні питної води**

Системи контролю в наш час мають компактний дизайн, володіють великим спектром функцій і забезпечені легким керуванням.

У світі існує велика різноманітність систем контролю рівня розливання рідини. Це системи, які мають різні принципи роботи та певні особливості. Серед них є: гамма інспекційна система, система контролю із використанням рентгенівського випромінювання, система контролю, яка базується на високочастотних вимірюваннях, оптична система контролю.

Розглянемо деякі особливості цих систем.

Гамма контроль

Радіоактивні ізотопні джерела (AM 241) є широко випробуваними засобами для контролю рівня розливання рідини. Основною перевагою використання даних систем є можливість їх використання для контролю рівня в пляшках та продуктах різного типу. Основний принцип (вимірювання щільності, виявлення різного поглинання гамма випромінювання) забезпечує максимальну точність навіть в найбільш сумнівних елементах відомих в пакувальній промисловості.



Система контролю з використання рентгенівського випромінювання

Використання рентгенівського джерела випромінювання означає з одної сторони користь від радіоактивних переваг і з іншої – виключення більшості його проблем.

Використання гамма випромінюючої системи контролю вимагає роботу відповідно до правил, особливо з приводу розташування, використання та зберігання радіоактивного джерела.

Системи, які використовують високочастотне випромінювання не утворюють радіації, проти вони є неефективними при використанні для продуктів, які мають властивість пінитися, а також при великих кількостях пляшок та при деяких видах тари.

Рентгенівські ж системи контролю рівня працюють без радіоактивного джерела і гарантують більшу надійність і точні результати вимірів навіть при найбільших швидкостях виробничих ліній, а також при використанні пляшок різних форм та розмірів.

Найголовнішою перевагою даних систем є те, що радіація випромінюється лише тоді, коли сприймається операційна напруга. Це зменшує ліцензування та проблеми розміщення.

Системи контролю з високочастотним випромінюванням

Системи з високочастотним випромінюванням є без радіаційною альтернативою до гамма вимірювання. Таке вимірювання базується на принципі електричному коливальному контурі, коливальна частота якого змінюється пляшками, які контролюються. Зміна в величині частоти може прямо використовуватися для контролю рівня рідини. Таким чином недоливання та переповнення може бути визначене за допомогою одного сенсорного моста.

Проте дана система не може використовуватися для пляшок, виготовлених з металу, або елементів з фольгою.

Негативний ефект на вимірювання також має властивість деяких рідин до утворення піни. Вона спричиняє певне відхилення точності вимірювання системи.

## Система контролю з оптичним випромінюванням

Система, яка базується на світловій технології може використовуватись для великого діапазону пляшок, як інша без радіаційна альтернатива. Одною з ознак системи є використання оптичного відбивання світла молекулами води. При чому молекули відбивають лише світло випромінене передавачем. Енергія втрачена в процесі передачі променю від передавача до приймача є мірою визначення рівня заповнення пляшки. Оскільки промінь, який використовується в даних системах може проходити і через папір, пластик, скло, то дану систему можна використовувати і для пляшок, які є непрозорими. Проте дана система не може використовуватися для контролю металевих пляшок, та пляшок з фольгою.

У нашому випадку ми використовуємо систему з оптичним випромінювання. Вона містить фотоелектричні давачі, за допомогою яких і визначається рівень рідини в пляшці.

### **1.3 Аналіз сучасних способів упаковки**

Упаковка відіграє велику роль у сприйнятті якості та вартості товару, і в цілому, пакувальна промисловість насправді не сильно змінилася за останні роки, порівняно з інноваціями в галузі технологій. Зважаючи на всі варіанти упаковки та коробки, доступні на сучасному ринку, часто стає важко вибрати найбільш відповідне рішення для упаковки для вашого товару. Розглянемо деякі з різних типів варіантів упаковки, які є актуальними на сьогоднішній час.

#### **1. Картонні коробки**

Картон - це легкий, але міцний матеріал на паперовій основі. Його можна легко вирізати та маніпулювати ним, створюючи власні форми та структури. Ці характеристики роблять ідеальним використання в персоналізованій упаковці. Його виготовляють шляхом перетворення волокнистих матеріалів, що походять з деревини або з переробленого

макулатури, в целюлозу, а потім відбілюючи її. Картонна упаковка буває різних сортів, кожна з яких підходить для різних вимог до упаковки.

Картон SBS (або твердий вибілений сульфат) можна використовувати для упаковки косметики, ліків, молока та соків, косметики, заморожених продуктів тощо. Вибираючи картонну упаковку з крафтового або небіленого крафту з покриттям - це для тих, хто віддає перевагу природному та екологічно чистому виду переробленого паперу, який можна використовувати для подібних пакувальних програм. Крафт часто вважається менш стійким до вологи, що робить його менш придатним для харчових продуктів або упаковки заморожених товарів. При правильному поєднанні варіантів дизайну картонна упаковка може виглядати висококласною, без високих цін.

## 2. Гофровані коробки

Гофровані коробки просто позначають те, що прийнято називати: Картон. Гофроящики - це ті, які багато хто, напевно, вважають «картоном», оскільки вони виробляють великі коробки для транспортування, взуття та зберігання. Багато людей не усвідомлюють, що гофровані коробки також бувають різних типів залежно від довговічності та міцності коробки. Однак визначити певний гофрований матеріал легко. Як ви визначаєте матеріал? Через рифлене середовище (також відоме як рифлення). Визначити гофрований матеріал легко. Він складається з 3 шарів паперу, зовнішнього вкладиша, внутрішнього вкладиша та гофрованого середовища (також відомого як рифлення). Рифлене середовище, яке надає йому міцності та жорсткості.

Основною сировиною, яка використовується для виготовлення профнастилу, є найбільш перероблений папір, виготовлений на великих високоточних машинах, відомих як гофрувачі. Цей тип плит може бути повторно використаний і перероблений знову і знову як джерело целюлозного волокна. Гофровані плити бувають різних типів, односторонні, двосторонні (одностінні), подвійні стінки та потрійні стіни. З них можна виготовити упаковку з різними характеристиками, характеристиками та

міцністю. Дошку вирізають і складають у різні розміри та форми, щоб стати гофрованою упаковкою. Інші сфери застосування упаковки з гофрованого картону включають роздрібну упаковку, коробки для доставки піци, невеликі упаковки споживчих товарів тощо.

### 3. Пластикові коробки

Пластик використовується в широкому асортименті виробів, від космічних кораблів до скріпок. Ряд традиційних матеріалів, таких як дерево, шкіра, скло, кераміка тощо, вже замінено пластиком.

Упаковка з пластикової коробки має багато переваг, завдяки яким їх можна переробити, і загалом вони набагато довговічніші, ніж картонні коробки. Герметична тара з пластикової упаковки може допомогти зберегти якість їжі та усунути будь-які проблеми із забрудненням. Пластикова упаковка також не легко ламається і може зберігатися з продуктами в екстремальних умовах.

Ще одна причина, чому пластик є популярним вибором для пакувального матеріалу, полягає в його здатності демонструвати товар під будь-яким кутом, не обов'язково відкриваючи упаковку. Він також гнучкий, легкий і може застосовуватися з плівками або покриттями для поліпшення зовнішнього вигляду упаковки.

Всупереч поширеній думці, пластик насправді піддається вторинній переробці, в тому сенсі, що для виробництва нового пластику потрібно менше енергії порівняно зі склом та іншими матеріалами. Найкраще, це дуже рентабельно!

### 4. Жорсткі ящики

Жорстка коробка виготовляється із сильно ущільненого картону, який в 4 рази товщі, ніж картон, що використовується для виготовлення стандартної коробки, що складається.

Порівняно з картоном та гофрованими коробками, жорсткі коробки, безумовно, є одними з найдорожчих стилів коробок. Для жорстких коробок зазвичай не потрібні штампи, які є дорогими або масивними механізмами і

часто виготовляються вручну. Їх нерозбірний характер також надає їм більший обсяг під час доставки, що легко вимагає вищих комісійних.

Ці коробки зазвичай використовуються в мерчандайзингу косметики, ювелірних виробів, технологій та елітних моделей високого класу. У жорстку коробку легко включити такі функції, як платформи, вікна, кришки, петлі, відсіки, куполи та тиснення.

#### 5. Упаковка з ДСП

Упаковка з ДСП використовується в таких галузях, як електронна, медична, харчова, косметична та напойна. ДСП в основному є типом картону, який виготовляється із відновленого паперу. Його можна легко вирізати, скласти та сформувати. Це економічний варіант упаковки для вашої продукції.

Він буває різної щільності, а міцність визначається тим, наскільки висока щільність матеріалу. Якщо ви хочете, щоб зображення друкувалися безпосередньо на ДСП, ви можете обробити ДСП сульфатом відбілювача та CCNB (Clay Coated News Back), що робить матеріал ще більш міцним.

#### 6. Полі пакети

Полі пакетик, також відомий як мішечок або поліетиленовий пакет, виготовляється з гнучкої тонкої тканини з поліетиленової плівки. Це один із найпоширеніших видів упаковки і може перевозити широкий асортимент товарів, включаючи продукти харчування, квіти, відходи, хімікати, журнали тощо.

Полі пакети довговічні, але при цьому легкі, багаторазові та гнучкі. Оскільки поліетиленові пакети конструктивно прості у виготовленні, їх можна повністю налаштувати за дизайном, стилем та розмірами, але при цьому залишатися економічно вигідними. Переробка пластику також можлива за допомогою поліетиленових пакетів, залежно від конструкції. Більшість поліетиленових пакетів виготовляються із захисними елементами, стрічковими кріпленнями, підвісними отворами та ручками для перенесення, щоб переконатися, що вироби добре захищені та візуально приваблюють клієнта.

## 7. Фольговані герметичні пакети

Запечатані у фользі пакети можна побачити в більшості упаковоках для кави та чаю, оскільки він підтримує щільність продуктів для збереження аромату, захищає від потрапляння бактерій і сприяє збільшенню терміну зберігання. Окрім продуктів харчування, герметичні фольговані мішки також використовуються для упаковки постільних речей та виробів одягу. Процес передбачає видалення кисню з мішка, щоб тканина залишалася щільною та надійною, щоб запобігти росту грибків та інших бактерій. Горіхи, крупи, копчена риба, сир та в'ялене м'ясо також упаковуються у герметичні пакети з фольгою, щоб запобігти псуванню.

### Упаковка з усадкової плівки

Індивідуальна або (декілька частіше) групова упаковка, зовнішня оболонка якої складається з усадкової плівки. Суть процесу отримання упаковки полягає в тому, що упаковуваний предмет або група предметів обертається плівкою (або поміщається в рукав або пакет з плівки), яка, володіючи ефектом пам'яті, при певній зовнішній дії усаджується, зменшуючись в розмірах, тим самим обтягує предмети, надійно їх фіксуючи. Перша упаковка в усадкову плівку здійснена в 1930 році, тоді використовувався заздалегідь намочений целофан. Зараз в основному використовується термоусадочні плівки (частіше ПЕ, ПП), які усаджуються при нагріві.

Перше застосування термоусадочної ПЕ плівки - в 1948 році. Упаковка застосовується для найрізноманітніших предметів і продуктів, зокрема встановлених на підкладці або піддоні, наприклад, групи заповнених ящиків з гофрокартона на піддоні.

### Упаковка з розтяжної плівки

Індивідуальна або групова упаковка, зовнішня оболонка якої складається з розтяжної плівки, отримується шляхом обгортання (уручну або за допомогою механізмів) окремих предметів або групи предметів спеціальною плівкою, яка при обертанні небагато розтягується, а потім, повертаючись до первинних розмірів, обтягує предмет (предмети). Плівки

зазвичай володіють ефектом злипання, спеціального закріплення їх кінців частіше не вимагається. Плівки, що розтягуються, виготовляються частіше з ПЕНП, в т.ч. лінійного, ПВХ, ПВДХ, ОБВА за спеціальною технологією отримання плівок або обробкою вже готової плівки.

У розтяжні плівки часто упаковуються хлібобулочні вироби. Нерідко, їх застосовують для скріплення групи вантажів на піддоні. У цьому плані розтяжні плівки є альтернативою плівкам, що усаджуються. Вперше упаковка в розтяжну плівку (з натурального каучуку) здійснена в 1936 р.

#### Упаковка з поліетиленової плівки

Целофан (поліетилен) - прозорий термопластичний матеріал полімер, що володіє найвищою хімічної стійкістю, погано проводить тепло і електрику. Його використовують для ізоляції електричних проводів, виробництва прозорих пакувальних плівок і предметів щоденного вжитку, а також для виробництва труб.

Залежно від характеристик полімеризації і вживаних каталізаторів отримують целофан різних типів, значно розрізняються по своїх властивостях.



Рисунок 1.1 - Упаковка з поліетиленової плівки

#### Упаковка в повітряно- бульбашкову плівку

Повітряно-бульбашкова плівка - це оригінальний матеріал, який запобігає пошкодженню під час транспортування різних вантажів (посуду,

виробів зі скла, меблів, побутової техніки, оргтехніки, металевих конструкцій тощо).

Завдяки своїм унікальним властивостям, повітряно-бульбашкова має найкращий захист від навантаження. Шар бульбашок, служить додатковим амортизатором. Він також зберігає температуру продукту, що знаходиться всередині. Плівка з повітряними бульбашками захищає навантаження від холоду та перегріву, у 80 разів краще, ніж скло, і в 120 разів краще, ніж звичайна теплична плівка. В асортименті є дво- і тришарова плівка, яка відрізняється діаметром і висотою міхура. Також можливе виготовлення кольорової та фольгованої повітряно-бульбашкової плівки. На нашому складі завжди є двошарова повітряно-бульбашкова плівка товщиною - 55 мкм, намотуванням в рулон - 100 м, шириною рулону - 1,1 м.



## 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Технологічний процес виробництва мінеральної води

Технологія виробництва складається із 7 основних пунктів: видув пляшок; підготовка води; миття тари; розлив напою; коркування пляшок; клейка етикеток; пакування в блоки; пакування блоків

Заготовки для видуву пляшок типу PET (рис.2.1) купуються у фірми-виробника Alpla і завантажуються у спеціальний бункер за допомогою механізму пристосованого для підйому великих вантажів (в даному випадку великих кошів з заготовками).

Із бункеру заготовки подаються до транспортера, що розміщений під кутом  $80^\circ$  до горизонту. По цьому транспортеру заготовки подаються до валкового сортувальника, який орієнтує заготовки у просторі та через рейковий подавач постачає заготовки до машини "SIDEL SBO 4"(рис. 2.2), в якій і буде відбуватися безпосередній видув пляшок.



Рисунок 2.1 - Заготовки ПЕТ пляшок

На вході в машину розміщують захоплювач-транспортер заготовок, який передаючи ще через два колові транспортери-передавачі, подає заготовки в піч. У печі встановлена спеціальна лампова система нагріву заготовок. За час проходження кола у печі вони нагріваються до температури, необхідної для виготовлення пляшки.

Пройшовши ще один коловий транспортер пляшки потрапляють у коло видуву. Спеціальний захоплювач розміщує заготовку в форму, у якій відбувається видув пляшки по двох осях: по осі Y нагріту заготовку розтягує стержень, що входить через верхній отвір у форму, одночасно по осі X пляшку роздмухує повітря, що виходить під тиском із того ж стержня.

Процес видуву є надзвичайно збалансованим, тому необхідно контролювати тиск в системі.

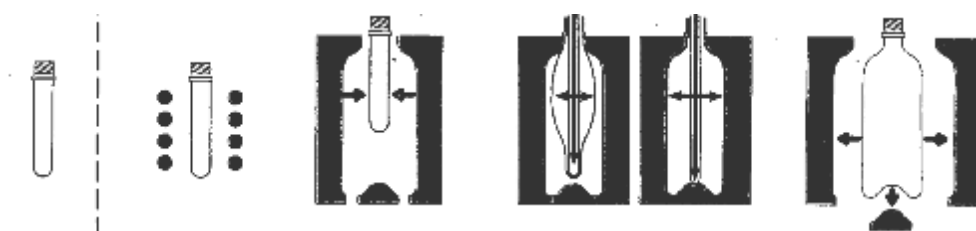


Рисунок 2.2 - Етапи видування пляшок

Пройшовши ще кілька колових транспортерів, уже готові пляшки через коло передачі із захоплювачами потрапляють на повітряний транспортер, який доправить їх уже до наступної операції.

Ця лінія застосовується для транспортування пустих PET до миючої машини, етикеточної машини, а також до системи наливання.

Оскільки швидкість транспортування пляшок повинна бути дуже великою (6 пляшок за 1 секунду) то для їх пересування використовують силу повітря. Вона є дуже ефективною, оскільки зводить силу тертя до мінімуму і практично не пошкоджує тари. Силу повітря створюють потужні електромотори які встановлені по всій довжині лінії ( кожних 7 метрів).

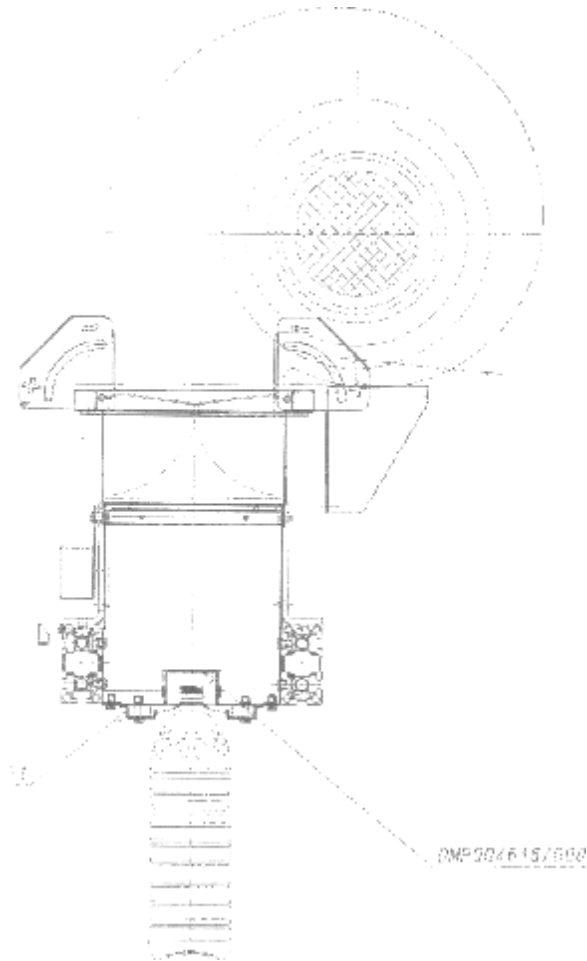


Рисунок 2.3 - Лінія для транспортування пустої тари

Для того, щоб пляшки не застрягали на лінії, регулюють швидкість подачі повітря. Це все виконується закрилками. Кожна з закрилок має діапазон регулювання в межах від 0 до 90 градусів. „Вмикач/вимикач” 5 –включає або вимикає електродвигун і діє тільки на конкретну ділянку лінії. Через фільтр 2 проходить повітря для очистки і після цього попадає на вентилятор. Для нормального проходження повороту використовують ширші борти і при регулюванні лінії відстань від борта до РЕТ повинна бути в межах від 2-ох до 5-ти міліметрів.

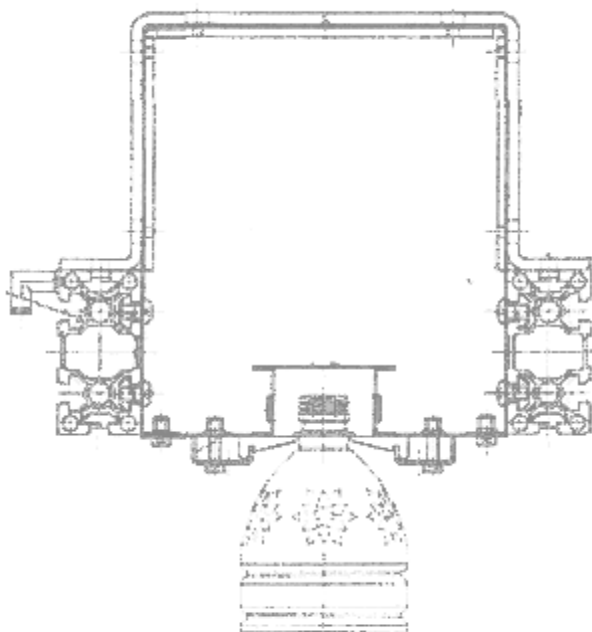


Рисунок 2.4 - Повітряна шахта

Для того щоб пляшка транспортувалась рівномірно і не застрягала потрібно рівномірне розподілення повітря по всій лінії. Для цього служать канали 3.

Після видування PET і проходження її по транспортуючій лінії пляшки поступають до миючої машини, де вони також дезінфікуються.

#### Підготовка води

Перед тим, як вода попаде на розливочну лінію, вона проходить складний процес підготовки. Це є фільтрація механічна, фільтрація через УФ лампи, пом'якшення води, озонування.

#### Фільтрація води

Отже, коли вода закачується з колодязя то вона проходить першу стадію очистки, так звану „грубу очистку” від різних габаритних домішок. Після чого проводиться механічне очищення. Отже механічне очищення це первинний, необхідний етап підготовки води. Вода з колодязя, як і вода з водопроводу (особливо зі старого) містить різного виду механічні домішки такі, як пісок, іржа, залишки ущільнювальних матеріалів. Метою механічної фільтрації є

їхнє видалення, а також захист труб і встановленої арматури від перешкод у дії і корозії.

Результативність фільтрації - величина найменших часток, що видаляються, залежить від застосованого фільтруючого картриджа.

#### Дезінфекція.

Поверхневі і неглибокі підземні води біологічно заражені. Вони уміщують віруси, бактерії і паразити. Відповідно до діючих законів (Розпорядження Міністерства Здоров'я від 4 вересня 2000 р.) питна вода і вода для господарських нестатків повинна відповідати визначеним бактеріологічним нормам. Тому, якщо вода призначена для вживання містить наднормативну кількість бактерії, те така вода повинна бути дезінфікована. Метою дезінфікування води є знищення живих і склероцитних форм організмів патогенних і запобігання їхнього повторного розвитку у водогінній мережі. Особливе значення має гарантування мікробіологічної чистоти води в харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловості.

Дезінфекція води променями УФ дозволяє уникнути введення у воду хімічних засобів, не змінює її фізико-хімічного складу, смаку і запаху. Немає також погрози передозування дезінфікуючого засобу. Ультрафіолетове випромінювання є електромагнітним випромінюванням з довжиною хвилі 10-400 нм, причому умовно можна виділити три головних шкали: UV-A (320-400 нм), UV-B (280-320 нм) і UV-C (200-280 нм). Бактерицидною дією характерне випромінювання UV-C, причому найбільшу результативність має випромінювання з довжиною хвилі 254нм. Дія полягає в абсорбції випромінювання UV-C генетичними структурами ДНА мікроорганізмів, деформуючи його й унеможливорює його регенерацію.

Окремі мікроорганізми мають різну стійкість на вплив ультрафіолету. Щоб знищити їх необхідна відповідна доза випромінювання. Для дезінфекції питної води у водопроводах звичайно приймається результативність щодо бактерії *Escherichia coli* на рівні 99,9%.

Таку результативність гарантує тиснява  $УФ = 400 \text{ J/m}^2$ . Вода піддається дезінфекції УФ променями, повинна бути очищена від

суспензій і колоїдних часток, що можуть абсорбувати визначена кількість УФ променів, зменшуючи ефект дезінфекції. На результативність процесу не впливає ні значення р, ні присутність органічних і неорганічних субстанцій, на які не впливає випромінювання.

УФ. У результаті застосування цього методу не виникають побічні ефекти дезінфекції, через того що інтенсивність випромінювання необхідна для дезінфекції нижча чим інтенсивність необхідна для проходження фотохімічних реакцій. Пристрій для дезінфекції УФ променями складається з камери для випромінювання і вмонтованого усередині неї випромінювача, через який проходить дезінфікована вода. Процес дезінфікування проходить плавно. Вода надходить у пристрій через вхідний патрубок і після опромінення випливає через вихідної патрубок.

### Пом'якшення води

Надмірна твердість води є причиною виникнення шумовиння (а також зменшення нагрівального процесу в пристроях працюючих на теплообмінному принципі) а також більшої витрати миючих засобів.

Таблиця 2.1 - Одиниці твердості

	mmol/l	mval/l	mg CaCO <sub>3</sub> /л (ppm)	Німецький рівень °d	Французький рівень °f	Англійський рівень °e
mmol/l	1	2	100	5,6	10	7
mval/l	0,5	1	50	2,8	5	3,5
mg CaCO <sub>3</sub> /л (ppm)	0.01	0,02	1	0,056	0,1	0,07
Німецький рівень °d	0,179	0,357	17,9	1	1,79	1,25
Французький рівень °f	0,1	0,2	10	0,56	1	0,7
Англійський рівень °e	0,143	0,29	14,3	0,8	1,43	1

Класифікація води відповідно до її твердості:

- <5°d - дуже м'яка вода
- 5 - 10 °d - м'яка вода
- 10 - 20 °d - вода середньої твердості
- 20 - 30 °d - тверда вода
- > 30 °d дуже тверда вода.

Відповідно до рекомендацій Світової Організації Здоров'я (WHO) і новим нормам (Розпорядження Міністерства Здоров'я від 4 вересня 2000 р., Dz.U. nr 82, roz. 937) загальна твердість питної води повинна бути на рівні 60-500 мг CaCO<sub>3</sub>/л.

Пом'якшення води полягає у видаленні твердості за допомогою іонообмінна. Загальна твердість, що є сумою карбонатної і не карбонатної твердості віддаляється за допомогою сильно кислотного катіоніта в натрієвому циклі – під час проходження води через іонообмінну смолу іони кальцію (Ca<sup>2+</sup>) і магнії (Mg<sup>2+</sup>) замінюються іонами натрію (Na<sup>+</sup>). Якщо іонообмінна властивість сорбенту виснажить, то необхідно його регенерувати за допомогою розчину кухонної солі (NaCl). Частота регенерації залежить від твердості і кількості пом'якшеної води. Пом'якшувачі підбираються згідно з іонообмінною здатністю пристрою, тобто добуток трьох наступних значень :

- твердості сирової води;
- гідравлічного проходження;
- часу утворення солянки необхідної для регенерації іонообмінної смоли.

### **Озонування води**

Після очищення вода надходить в резервуари в яких відбувається процес змішування сиропів, газу CO<sub>2</sub> з водою. Цей процес є повністю автоматичний.

В залежності від марки напою в панель управління закладають певні програми і виконується змішування

Після чого сироп поступає до пастеризаторів, і проходить процес пастеризації.

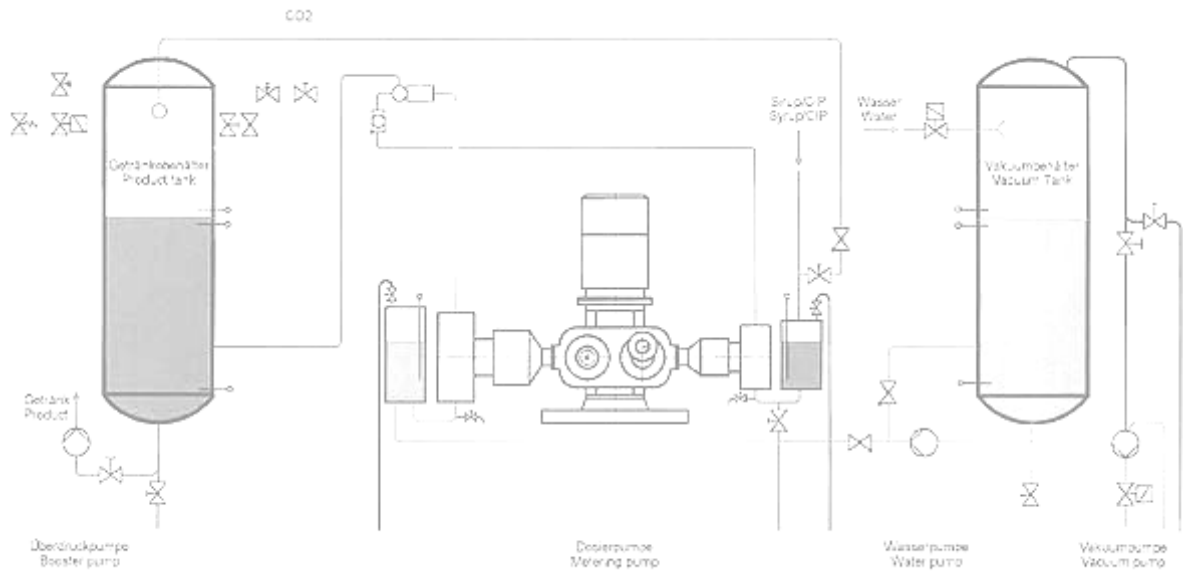


Рисунок 2.5 - Процес змішування сиропу, води і CO<sub>2</sub>

Спочатку він проходить через гарячий пастеризатор, а потім через холодний. Після чого вже готова вода поступає на лінію розливу .

#### **Миття пляшок та розлив води**

Усі ці операції здійснюються на машині, що називається машиною для наливання та розроблена фірмою Parmatec - “Filler - STILLFILL BLOCK 20-205”. Через повітряний транспортер пусті пляшки доправляються на вхід машини, по невеликій транспортері тара підходить до омивача. Потрапивши в спеціальний захоплювач, що в основному складається з рухомої ручки, пляшка проходить коло омивання, в певній позиції включається струмінь води, який вимиває можливий бруд та бактерії.



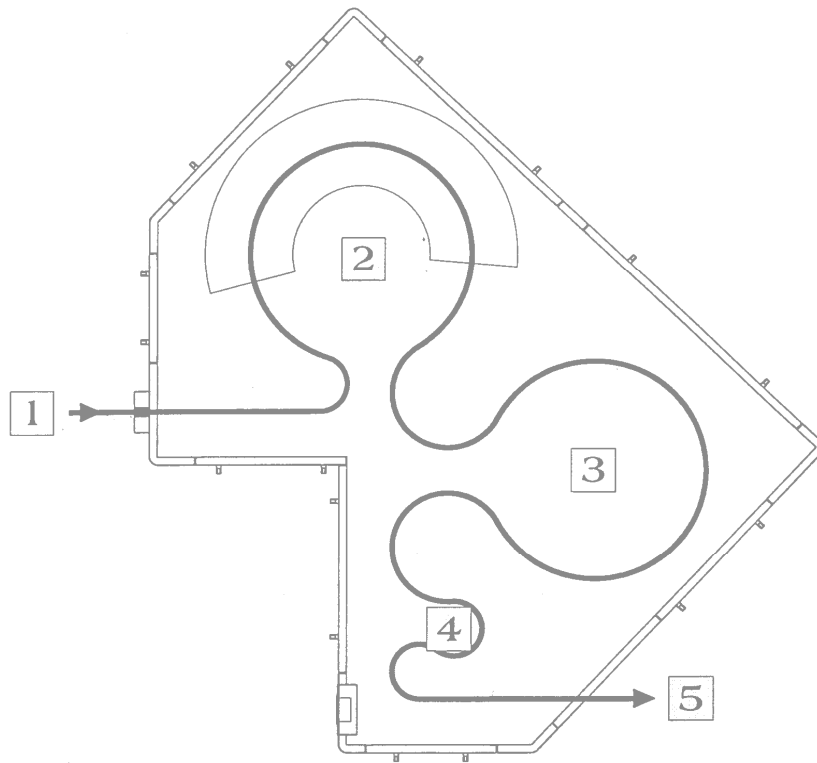


Рисунок 2.6 - Кінематична схема Filler - STILLFILL BLOCK 20-205:

- 1- вхід пустих пляшок; 2 - коло мийки пляшок; 3- коло наливання води;  
4- закорковування наповнених пляшок; 5- вихід наповнених пляшок

Пройшовши коловий транспортер чиста пляшка потрапляє в наливак, який надійно захоплює її з допомогою пневматичної системи. Після цього пляшка проходить коло розливу і уже наповнена напоєм подається до наступної системи.

Апарат служить для полоскання пустих бутілок перед наповненням продукцією. Апарат промиває до 18000 пляшок за годину роботи.

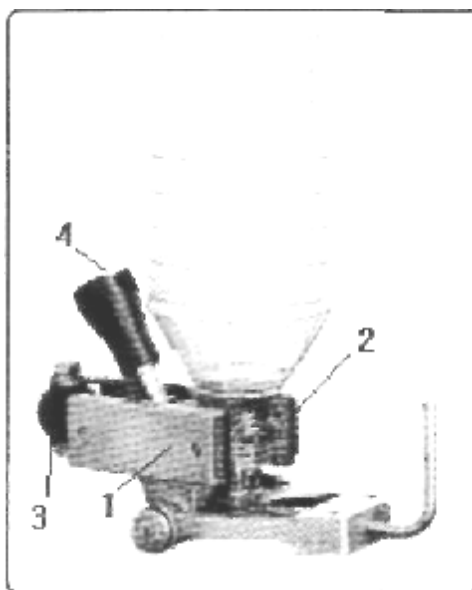


Рисунок 2.7 - Захоплювач для утримання пляшки типу PET:

1-частина стала; 2-частина рухома; 3-валка відкривання; 4-ручки відкривання.

Процес проходить при обертовому русі машини (каруселі). Оскільки з лінії пляшки PET поступають в нормальному положенні, то для хорошої промивки і дезінфекції їх потрібно перевернути догори дном. Це зробити дуже важко, для чого використовують спеціальні захвати, які не псують якості пляшки.

Рука, ковзаючи на пристрої завихрення, гарантує перевертання пляшки PET догори дном.

Цикл полоскання розділений на дві фази : розпилювання (1); полоскання (2). Коли ці фази (1 і 2) завершуються, пляшки повертаються до оригінальної позиції, виходять з циклу полоскання і вводяться в другий цикл-наповнення.

При фазі розпилювання пляшки по пристрої завихрювання перевертаються і на них розбризкується вода під великим тиском. При циклі 2, пляшки повертаються в нормальне положення і сполоскуються.

Продуктом заповнюється карусель (її центральний резервуар), яка є дуже великою і одночасно може наповнювати продукцією біля ста пляшок, а її виробнича потужність до 18000 пляшок на годину.

Також розміщено над резервуаром трубопровід, який забезпечує заповнюючу карусель:

- 1 CO<sub>2</sub>;
- 2 стисле повітря для пневматичних клапанів і циліндрів.

Після наповнення тари продукцією вона йде до закорковуючої машини, де відбувається наступна операція - закорковування;

Коркування пляшок

Процес коркування це наступна операція яка відбувається після наповнення бутылки продукцією.

На рисунку 2.8 ми бачимо апарат, який призначений для подачі корків в коркувальну машину.

Процес роботи цього транспортера такий :

Робочий засипає потрібні корки в ємність, після чого вони по трубі, під дією сили повітря піднімаються вгору до коркуючого автомата. Під дією того ж повітря автомат захоплює корки і вертикальним рухом ставить їх на горловину пляшки одночасно обертовим рухом закручує їх.

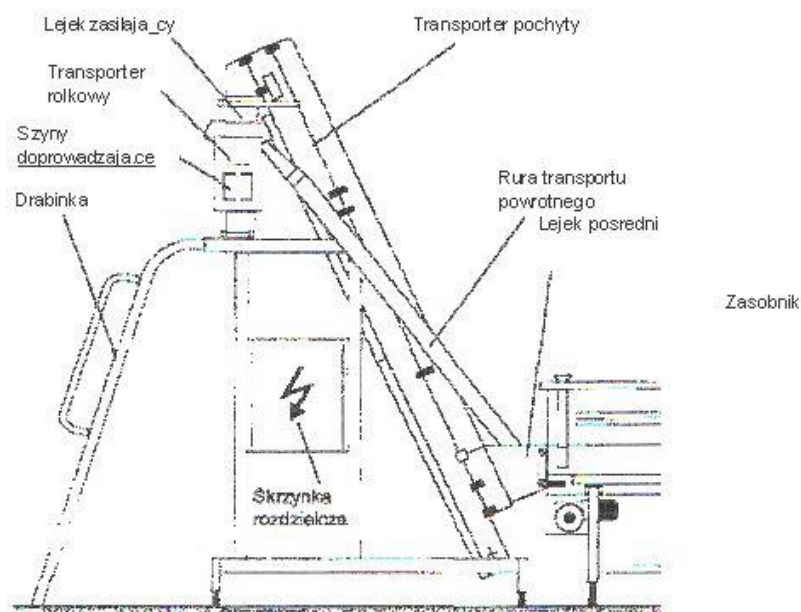


Рисунок 2.8 - Апарат для подачі корків

Після того як бутिला закоркована вона виходить на конвеєр для нанесення етикетки, але перед цим відбувається не менш важна операція на машині «друкарка».

Ця машинка наносить на готову продукцію дату виготовлення, № зміни, прізвище і ім'я майстра і бригадира лінії.

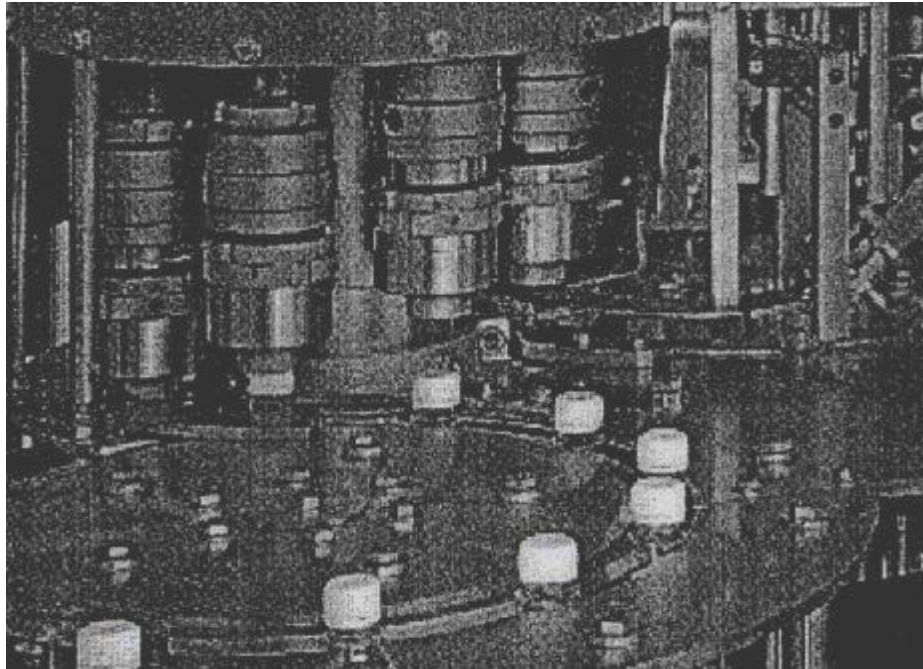


Рисунок 2.9 - Процес закорковування пляшок PET

#### Наклеювання етикеток

На передній панелі етикеток наносять найменування виробника та його торгову марку, назву мінеральної води, її групу, номер або назву джерела, призначення води (їдальня, лікувально-їдальня, лікувальна), мінералізація, рекомендації щодо медичної використання, терміни та методи консервації, кількість нормативно-технічної документації, дата розливу, кількість екіпажу чи браку.

#### Етикеточна машина ROLLMATIC

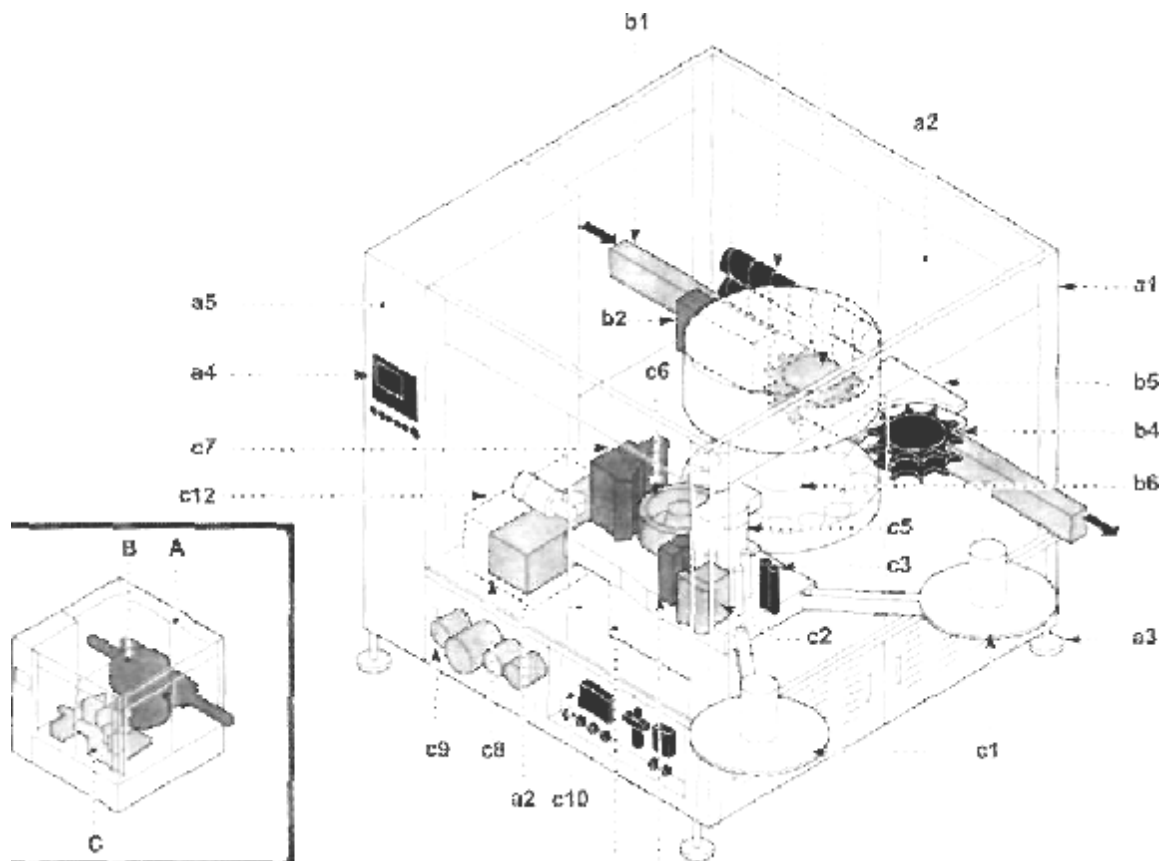


Рисунок 2.10 - Структура машини ROLLMATIC

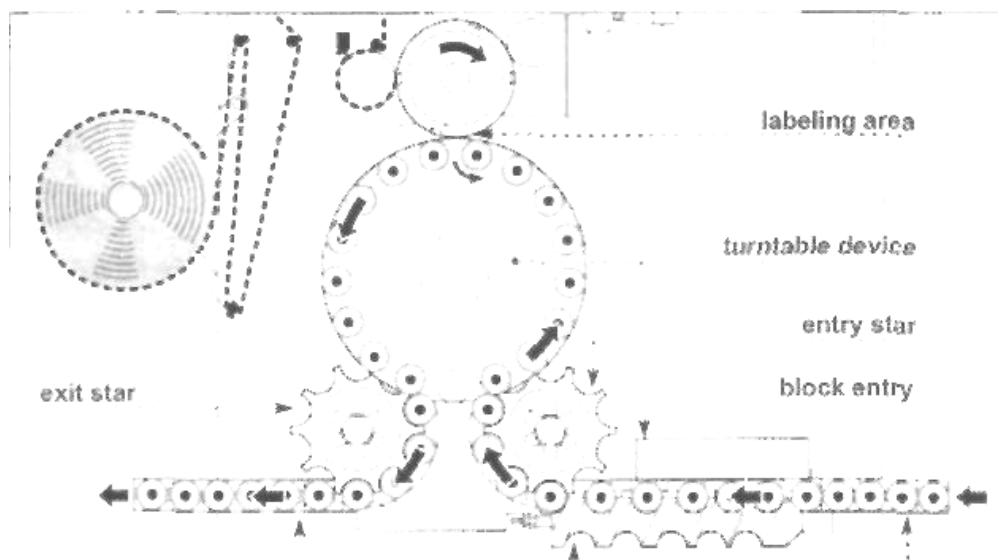


Рисунок 2.11 - Процес клеєння етикетки

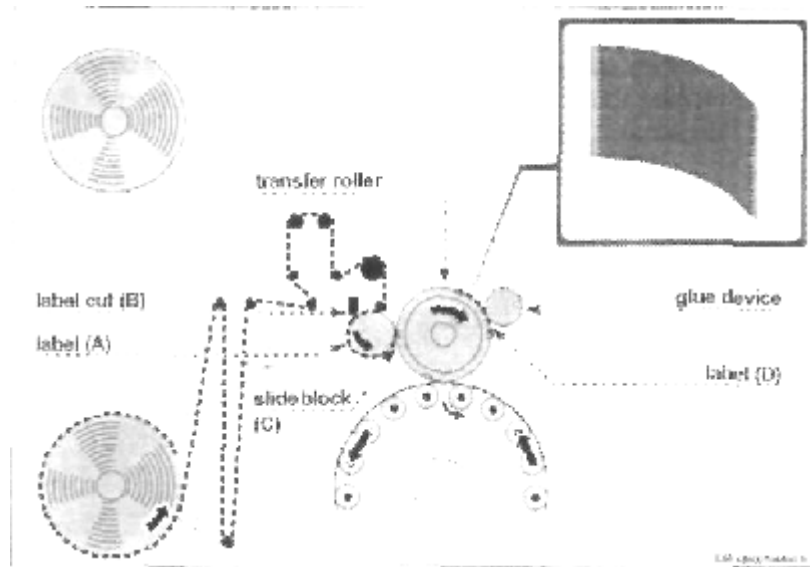


Рисунок 2.12 - Технологічна схема клеєння етикетки

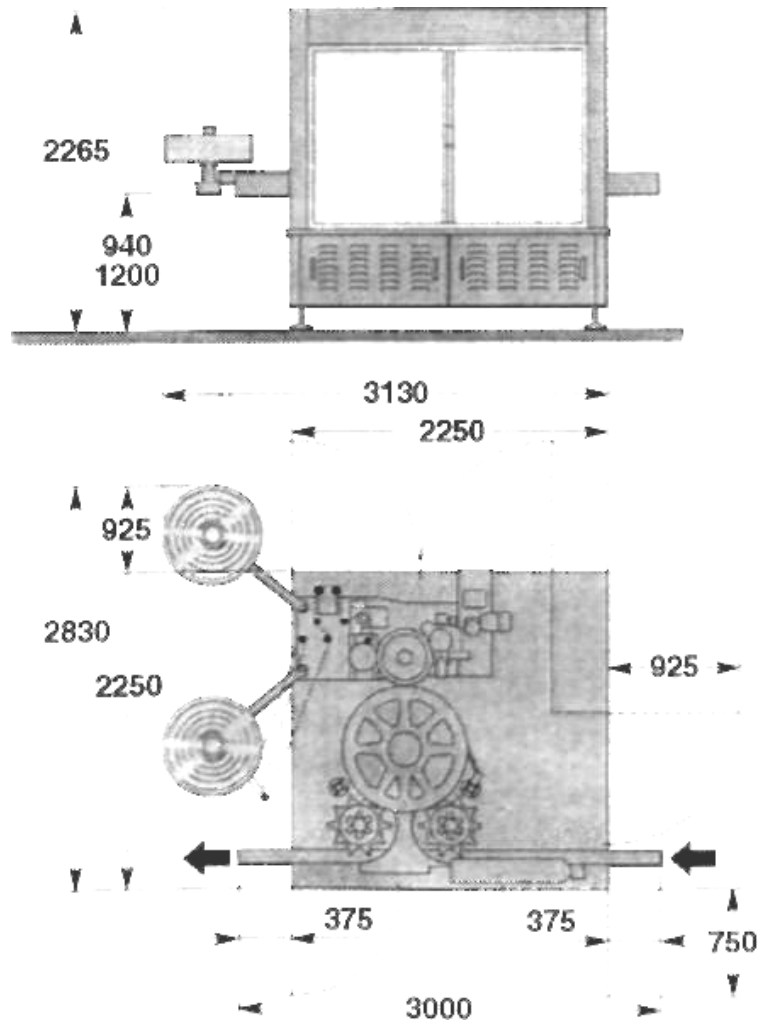


Рисунок 2.13 - Технічні дані етикеточної машини

## Пакування пляшок у блоки

Пакування в блоки (2×3) відбувається на пакувальному автоматі. На вході стоять нерухомі розділювачі, які при русі транспортера розбивають пляшки в три ряди, які уже йдуть безпосередньо до машини. В самому автоматі стоять два рухомі розділювачі: перший забирає з кожного ряду по дві пляшки, ці шість пляшок бере наступний, і подає їх з відповідним проміжком (щоб робота машини була коректною і без збоїв) на транспортер. Яка подає ці шість пляшок на стрічку з поліетиленом, з рухом якої обмотувач синхронно обмотує пляшки, які пройшовши ще одну стрічку, уже загорнуті потрапляють до печі, нагрітої до 160° С. На виході з печі отримуємо готовий блок.

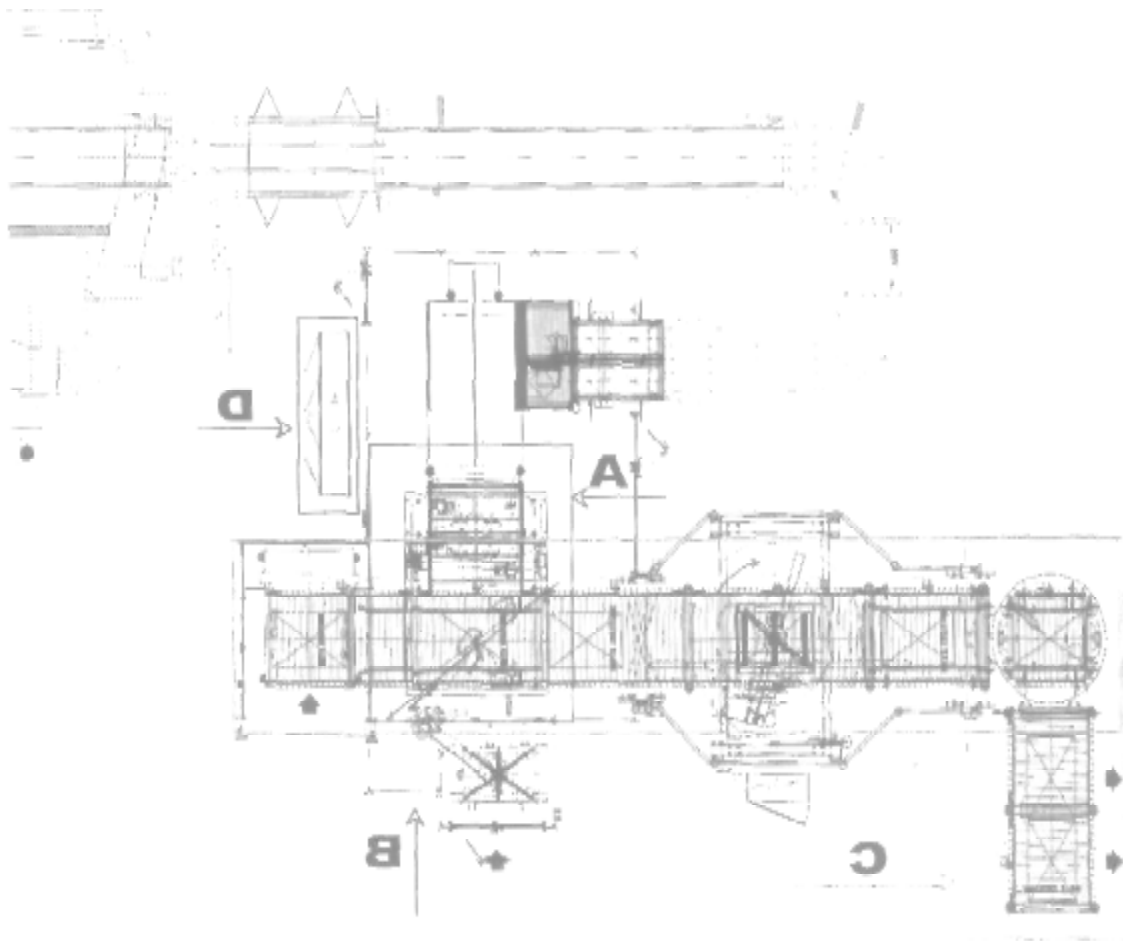


Рисунок 2.14 - Автоматична пакувальна машина

Пакування це так звана остання технологічна операція готової продукції.

На фабриці повністю автоматична пакувальна машина, з дуже великою продуктивністю.

Технічні дані машини:

Максимальна потужність. ....16,80 кВт

Сила повітря .....34 л/хв  
Тиск робочий .....6 Бар  
Повна вага машини .....8.930 кг



## **2.2 Проектування автоматизованої системи керування та контролю**

### **2.2.1 Вибір керуючого пристрою автоматизованої системи**

Основним пристроєм будь-якої системи автоматичного керування є керуючий пристрій. У розробленій системі в якості керуючого пристрою використовується програмувальний логічний контролер (ПЛК). Вибір контролера здійснюється на основі тих завдань які будуть вирішуватися за допомогою розробленої системи.

Сучасний ринок промислової електроніки надає широкий вибір ПЛК для систем керування й із усього цієї різноманітності найдоцільніше вибирати між контролерами двох провідні фірм це OMRON (Японія) і SIEMENS (Німеччина). Для автоматизованої системи будемо використовувати контролер фірми SIEMENS. Вибір контролера даної фірми обумовлений повною сумісністю з іншим устаткуванням у системі а також тим, що дані контролери використовуються на інших системах автоматики підприємства й зарекомендували себе з найкращої сторони.

Фірма SIEMENS випускає контролери різних серій але найчастіше використовуються контролери серії S7-200, S7-300, S7-400. Розроблена система ставиться до класу систем середньої складності тому використання ПЛК серії S7-200 не доцільно через не забезпечення всіх функцій системи. Контролери серії S7-400 є досить потужними й використовуються для систем, які виконують завдання високої складності і мають кілька контурів керування й потребуючих дуже високої продуктивності. Тому найбільш придатним є контролер серії S7-300 [15].

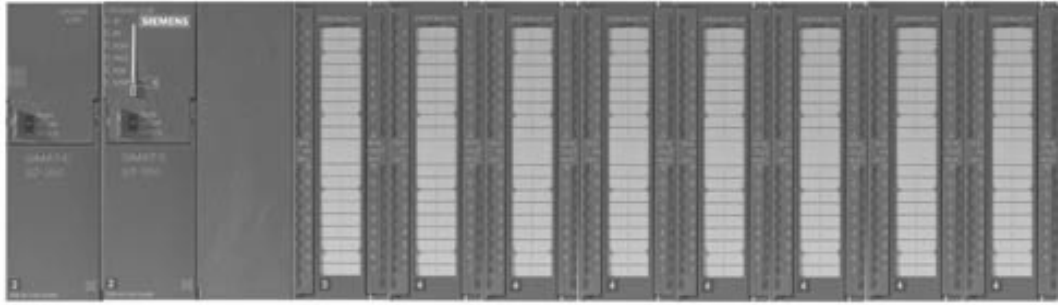


Рисунок 2.15 – Програмований контролер Siemens SIMATIC S7-300

Основним завданням при розрахунку конфігурацій програмувального логічного контролера є вибір центрального процесорного обладнання.

Усі центральні процесори S7-300 характеризуються наступними показниками:

- висока швидкодія;
- пам'ять, що завантажується, у вигляді мікрокарти пам'яті MMC ємністю до 8 МБ;
- розвинені комунікаційні можливості, одночасна підтримка великої кількості активних комунікаційних з'єднань;
- робота без буферної батареї.

Таблиця 2.3 – Характеристики ЦП серії S7-300

<b>Параметр CPU</b>	<b>312</b>	<b>313</b>	<b>316-2DP</b>
Робоча пам'ять, КБ	32	96	128
Час виконання операцій, мкс:			
логічних	0,2	0,1	0,1
з фіксованою точкою	5,0	2,0	2,0
з плаваючою точкою	6,0	3,0	3,0
К-сть прапорців/ таймерів/ лічильників	1024/128/128	2048/256/256	16384/256/256
К-сть каналів вводу-виводу, дискретних / аналогових, не більше	256/64	1024/ 256	16384/ 1024
Вбудовані інтерфейси	MPI	MPI	MPI+DP
К-сть активних комутаційних з'єднань, не більше	6	12	16

Як видно з таблиці 2.3 найбільш привабливим є центральний процесор 313, оскільки має високу робочу пам'ять із представлених процесорів, найменший час виконання операцій у порівнянні зі ЦП 312 а також має два вбудовані інтерфейси.

Для отримання даних від систем вимірювання і контролю а також керування виконавчими механізмами необхідно встановити на ПЛК додаткові модулі розширень.

Застосування сигнальних модулів дозволяє:

- Оптимально адаптувати контролер до вимог розв'язуваного завдання. Необхідна кількість і вид дискретних входів-виходів забезпечується вибором відповідного кількості сигнальних модулів певних типів.
- Забезпечити гнучке сполучення з об'єктом керування. Сигнальні модулі S7-300 дозволяють підключати більшість існуючих дискретних датчиків і приводів.

Модулі встановлюються в монтажну стійку й фіксуються в робочих положеннях гвинтами. Порядок установки модулів може бути довільним. Підключення до внутрішньої шини контролера проводиться через шинні з'єднувачі, що входять у комплект поставки кожного модуля. За замовчуванням адресація каналів введення-виводу визначається номером посадкового місця, на яким установлений модуль.

Для підключення дискретних датчиків використовується 2 модуля SM321 (рис.2.16), який має наступні характеристики [15]:

- 16 входів;
- Роздільну здатність: 12 розрядів;
- Довжина екранованого кабеля: 1000 м , звичайного – 600м;
- Максимальна вхідна напруга для каналів вимірювання напруги: 20 В тривало, 75 В в діапазоні 1 с (скважність 1:20)
- Тип джерела сигналів: мА, В, ТС, RTD;
- Час перетворення: 1,2 ...4,8 мсек;
- Світлодіодні індикатори стану;

- Напруга живлення 24 В пост. струму;
- Діапазон робочих температур від 0 до +60°C.



Рисунок 2.16 - Модуль розширення Siemens SM321

Для підключення виконавчих механізмів використовується 1 модуль SM322 (рис.2.17), що має наступні характеристики [15]:

- 16 виходів;
- Роздільну здатність: 12 розрядів;
- Довжина екранованого кабеля: 1000 м , звичайного – 600м;
- Затримка розповсюдження вихідного сигналу при активному навантаженні:
  - від високого до низького рівня, не більше – 100 мкс;
  - від низького до високого рівня, не більше – 500 мкс;
  - Частота переключення входів, не більше 100 Гц;
  - Максимальна вхідна напруга для каналів вимірювання напруги: 20 В тривало, 75 В в діапазоні 1 с (скважність 1:20)
- Тип джерела сигналів: mA, V, TC, RTD;
- Світлодіодні індикатори стану;
- Напруга живлення 24 В пост. струму;
- Діапазон робочих температур від 0 до +60°C.



Рисунок 2.17 - Модуль розширення Siemens SM322

Для зв'язку з встановленими на підприємстві системами контролю і побудови багаторівневої конфігурації системи керування пропонується використовувати комутаційний модуль ІМ360 (рис.2.18).

Інтерфейсні модулі ІМ360 дозволяють створювати багаторядні конфігурації програмувальних контролерів S7-300, у яких модулі введення-виводу розміщуються не тільки в базовому блоці, але й у стійках розширення.

ІМ 360 дозволяє підключити до базового блоку до 3 стійок розширення. У кожній стійці може розміщатися до 8 модулів. Відстань між сусідніми стійками може становити від 4 див до 10 м.



## Рисунок 2.18 – Модуль інтерфейсів Siemens IM360

Інтерфейсний модуль має наступні загальні характерні риси:

- Компактне виконання: Компактний пластиковий корпус із інтерфейсом для підключення сполучного кабелю.
- Простота монтажу: Монтаж на стандартну профільну шину DIN, підключення до сусідніх модулів через шинний з'єднувач. Шинний з'єднувач включений у комплект поставки кожного модуля.
- Простота конфігурування: підтримка функції самоналаштування. Для їхнього конфігурування не потрібно завдання адреси.
- Світлодіоди індикації станів і відмов. Модулі IM 360 дозволяють підключати до одному базовому блоку контролера до 3 стійок розширення:
  - IM 360 встановлюється в базовий блок контролера.
  - Живлення модулів стійок розширення: у кожен стійку розширення необхідно встановлювати блок живлення =24В. Він використовується для живлення інтерфейсного модуля IM 360 і всіх інших модулів, установлених у даній стійці. Для цієї мети рекомендується використовувати блоки живлення PS305/PS307 програмувального контролера S7-300.
  - Відсутність обмежень на склад модулів у стійках розширення: у стійки розширення можуть встановлюватися всі сигнальні, функціональні, комунікаційні модулі, а також модулі спеціального призначення програмувального контролера S7-300.

Для місцевого легкого оперативного контролю й керування машинами й установками необхідно встановити панель оператора. Панель оператора ESA VT505W (рис.2.19) призначена для використання у всіх прикладних областях, де необхідний контроль і керування машинами й агрегатами безпосередньо на місці – чи йде мова про автоматизацію виробництва, технологічного процесу або автоматизації сектору комунальних послуг.



Рисунок 2.19 – Панель оператора ESA VT505W

Завдяки відсутності обертових частин, невеликій монтажній глибині, стійкості до вібраційних і ударних впливів, високої електромагнітної сумісності, ступеня захисту фронтальної частини корпусу VT505W і тривалому терміну служби ламп підсвічування панелі можна застосовувати у жорстких промислових умовах.

Панель VT505W оснащена кольоровим 5.7” TFT дисплеєм з роздільною здатністю 320x240 точок і сенсорним екраном.

Панель оснащена наступним набором інтерфейсів MSP (RS-232/422/485/TTY), ASP8 (RS-232) з підтримкою протоколів MPI, PROFIBUS DP (до 12 Мбіт/с) драйверів обміну даними з контролерами інших виробників.

### **2.2.2 Вибір пристрою керування двигунами**

Частотний перетворювач Bonfiglioli серії ACTIVE [16] застосовується для різних завдань в автоматизації, плавного пуску й плавної зупинки, різних режимів обертів, є малогабаритним для компактного монтажу.

Застосовується для: насосного устаткування, конвеєрів, вентиляторів, мішалок, екструдерів, транспортерів, різальних машин, обгорткових машин.



Рисунок 2.20 – Частотний перетворювач

Частотний перетворювач АСТ401 забезпечує повне керування крутним моментом навіть при розгоні, підвищеною точністю керування швидкістю, у тому числі при малих швидкостях або зупинці. У високопродуктивних приводах АСТ401 використовується передова технологія керування магнітним потоком. Вона забезпечує чудові динамічні характеристики й точність, допускаючи застосування із системами приводів зі зворотним зв'язком і без неї. АСТ401 має функцію автоматичного формування еквівалентних схем підключення двигуна й враховує інерційність системи, що забезпечує 100% керування магнітним потоком і крутним моментом. АСТ401 забезпечує до 160% крутного моменту в діапазоні швидкостей від 0 до номіналу.

Інвертор серії АСТ401 підходить для будь-яких промислових задач. Компактні розміри АСТ401 дозволяють значно зменшити робочий простір. Ідеальна відповідність між швидкістю й фактичним навантаженням знижує витрати на енергоносії. Основні переваги івертора АСТ401 [16]:

- Простота введення в експлуатацію й експлуатації АСТ401.
- Вміння працювати з одним приводом АСТ401 дозволяє працювати також з аналогічними моделями приводів.



- Швидке меню, реалізоване в АСТ401, спрощує необхідні роботи із програмування, що забезпечує оптимальну експлуатацію привода в промисловому устаткуванні.
- Фільтри для серії АСТ401 задовольняють вимоги стандарту EN55011, клас А1 і В; ІЕС 61000-3-2 і 61000-3-4, а також стандарту VDE 0160 відносно рівня придушення гармонік. Це дозволяє значно зменшити розміри кабелів.

У роботі пропонується використовувати інвертори моделей:

- АСТ401-23FA 11KW / 25A для 2-х двигунів кола верх/вниз
- АСТ201-05FA 0,55KW / 3A для двигуна конвеєра

Основні технічні характеристики вибраних інверторів наведені в додатку А.

### **2.2.3 Засоби контролю положення блоків PET-пляшок при транспортуванні**

Картка SB-3A виконує всі функції контролю захисного бар'єру фотоелементів. Картка може контролювати до 6 променів, отриманих шляхом підключення їх до однакової кількості пар комерційних передавачів / приймачів фотоелементів. Доступні програми (вибрані за допомогою перемикачів) розділяють промені по-різному для бар'єру та для відключення звуку, таким чином досягаючи різних конфігурацій та режимів роботи.

Якщо спрацьовує система безпеки на машині (тобто неправильна форма піддону, зовнішнє вторгнення) і, отже, вся машина переведена в аварійний режим, потрібно кілька ручних операцій, щоб відновити нормальні умови роботи та перезапустити систему безпеки. Як ви можете бачити на рис. 1, коли система безпеки спрацьовує і зупиняє будь-який рух, між променями фотоелементів системи може залишатися піддон, що запобігає їх перезавантаженню, поки вони зайняті.

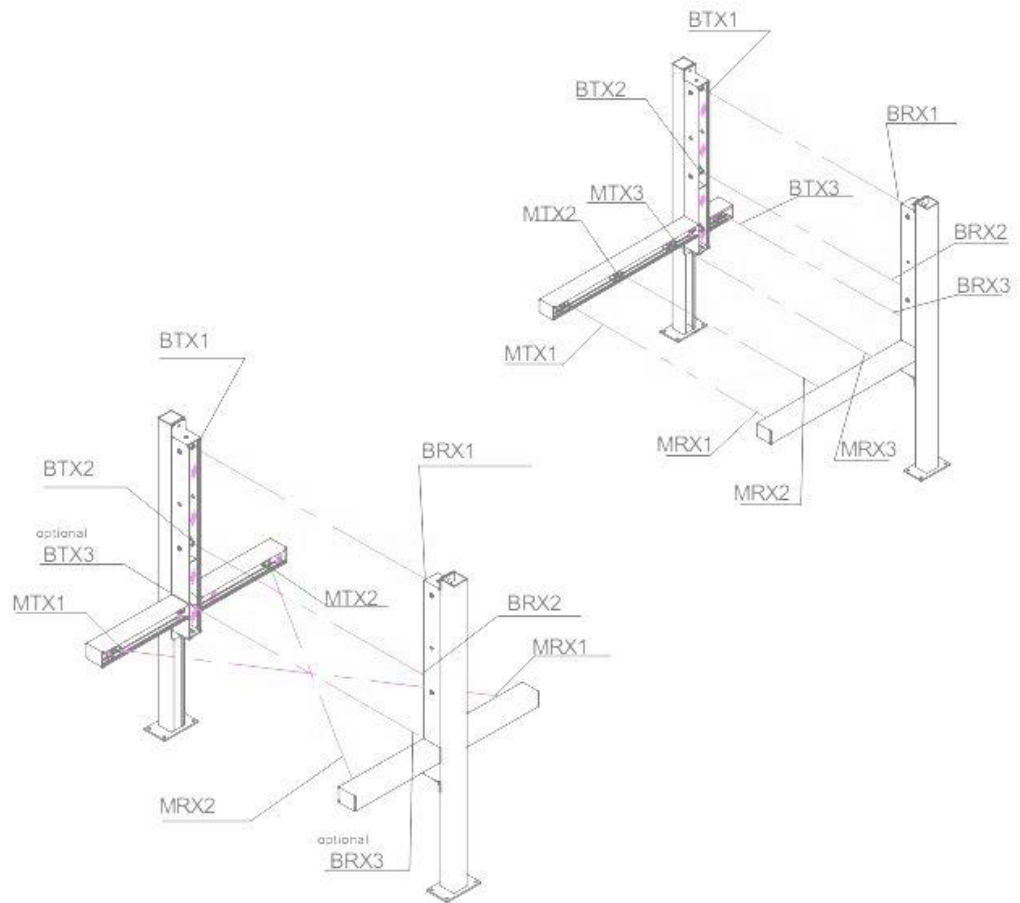


Рисунок 2.21 - Захисний бар'єр SB-3А

У разі надзвичайної ситуації в системі безпеки (рис.2.22 ) звільнить промені фотоелемента, використовуючи описану вище процедуру

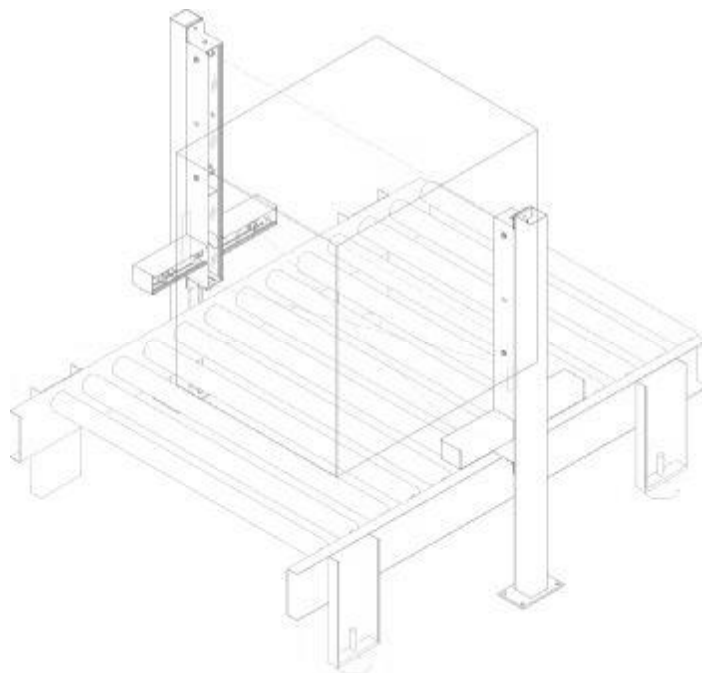


Рисунок 2.22 - Захисний бар'єр SB-3А на лінії

Контроль досягається за допомогою повністю резервної електронної схеми з подвійним мікропроцесором для досягнення класифікації в категорії 4 згідно зі стандартом EN954-1. Ця категорія вимагає збереження функції безпеки навіть у випадку окремих поломок. Виявлення поломок та відповідна деактивація виходів із попереджувальними повідомленнями відбувається автоматично до того, як потрібні функції безпеки.

Деякі програми карти SB-3A передбачають керування відключенням звуку, щоб тимчасово відключити бар'єр за певних нормальних робочих умов машини.

Виходи безпеки мають дві окремі лінії, що досягаються перетином контактів реле з примусовим направленням. Поломка реле (наприклад, застрягли контакти) автоматично діагностується картою, інше реле відключає обидві лінії. Чотири індикаторні світлодіоди дозволяють відобразити нормальний робочий стан карти, а також миготливий код, що вказує на будь-які діагностовані поломки.

Два додаткових релейних виходи доступні на платі SB-3A для сигналізації втручання приглушення (з можливим перериванням для проблиску) та сигналізації стану бар'єру під час відключення звуку.

#### Технічні характеристики

Підключення до 6 пар передавачів / приймачів фотоелементів при 24 В постійного струму, логіка PNP

- Управління тестовим сигналом фотоелемента через вихід 24-постійного струму NPN
- Вхід безпечного запуску та перевірка введення для точної настройки бар'єру
- Дві окремі вихідні лінії для безпечного відключення (з примусовим реле 5 A)
- Релейний вихід до стану відключення сигналу (з реле 5-A)
- Опція вимкнення звуку вибрана за допомогою перемикача
- Приглушення світлодіодного сигналу активованого сигналу

- Дір-перемикачі для вибору програм та робочих конфігурацій
- Релейний вихід для сигналізації стану бар'єрних променів під час відключення звуку
- Світлодіод сигналізації тривоги з різними миготливими кодами залежно від типу виявленої поломки
- Миготливий код для сигналізації про невідповідність променя
- Світлодіодний індикатор готовності до бар'єру
- Повністю резервна схема з двома паралельними мікропроцесорами із зворотним управлінням
- Картка живиться при  $24\text{DC} \pm 10\%$  (макс. 0,5А)
- Правильний світлодіодний індикатор живлення
- Захищений від реверсування джерела живлення та вхідної стрибкової напруги
- Схеми для запобігання радіоперешкодам. Імунітет за ІЕС1000-4-4 (рівень 4)
- Загальні розміри картки: 305х61 мм (максимальна висота: 45 мм)
- Картка, закріплена всередині захисного профілю за допомогою 6 гвинтів

М4

- Додаткова схема, передбачена для підключення віддалених фотоелементів (з 6 проводами)

Налагання фотоелементів

Усі доступні програми подають сигнал, який вказує на правильність живлення пари передавача / приймача.

При ручному скиданні бар'єру (через вхід "Пуск"), якщо одна або кілька пар не вирівняні, плата SB-3A не активує вихідну схему і вкаже, яка пара не вирівняна за допомогою зеленого світлодіода "готовий" . Миготливі коди перелічені на малюнку 4. Якщо кілька пар не вирівняні, пріоритет надається нижньому коду.

Пари передавача / приймача нумеруються від 1 до 6 таким чином:

- 1 - Бар'єрна балка №1 (ВТХ1-ВРХ1)
- 2 - Бар'єрна балка №2 (ВТХ2-ВРХ2)

- 3 - Приглушення балки № 1 (MTX1-MRX1)
- 4 - Приглушення балки № 2 (MTX2-MRX2)
- 5 - Бар'єрний промінь № 3 (BTX3-BRX3)
- 6 - Приглушення променя № 3 (MTX3-MRX3)

У системі контролю положення продукції під час транспортування, вкладання блоків у палети та обмотування плівкою пропонується використовувати два типи датчиків: індуктивний та фотодавач. Пропонуємо використовувати індуктивний датчик NBN8-18GM50-E0 (рис.2. ), технічні данні якого подані у Додатку Б.



Рисунок 2.23 - Індуктивний датчик NBN8-18GM50

А також пропонується використовувати світлоповертаючий фотодавач OBS4000-18GM60 (Pepperl+Fuchs Group), технічні данні якого подані у Додатку В.



Рисунок 2.24 – Фотодавач OBS4000-18GM60

## 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Постановка задачі на розробку програмного забезпечення

Даний програмний продукт повинен виконувати функції друку маркуючих етикеток на заводі по виготовленню мінеральної води. Усі необхідні дані по обліку повинні зберігатися в БД. У зв'язку з тим, що програмою передбачено використання різних видів вхідної інформації, то створених таблиць повинно бути декілька. Оскільки програма розробляється для використання її на заводах, де є велика кількість продукції і переважно велика кількість клієнтів заводу, то повинна бути можливість додавання, видалення та пошуку потрібної інформації в базах даних. Також необхідно передбачити друк звітів та гарантійних листів.

Дана система повинна працювати з інформацією, що стосується продукції заводу. При великих обсягах інформації питання збереження продуктивності починають відігравати головну роль, відразу “висвітлюючи” всі недоліки етапу проектування.

Для швидкої роботи з продукцією на заводі для виготовлення мінеральної води зручно використати наступні характеристики, які є повністю достатніми для обліку продукції:

- Назва товару – повне ім'я товару, яке виготовляється на заводі;
- Марка товару – марка, що виготовляється на заводі;
- Термін придатності товару;
- Штрих-код – записаний за допомогою смуг різної товщини код, який містить інформацію про товар;

Саме ці характеристики є вхідною та вихідною інформацією.

В результаті обробки та форматування вхідних даних виникає вихідна інформація. Вона подається у двох формах. У першому випадку вихідні дані фіксуються на жорсткому магнітному диску (вінчестері) персонального

комп'ютера. Інша форма видачі вихідної інформації передбачає вивід її на твердий носій (папір), тобто, друк маркуючих етикеток.

У створеній програмі доступ до таблиць бази даних здійснюється з допомогою меню, яке містить відповідні пункти. Таблиці в програмі створені з допомогою компоненту Database Desktop. Для зв'язку цих таблиць із програмою використовуються об'єкти TTable та TDataSource. У властивостях об'єкта TTable необхідно вказати шлях до бази даних та ім'я необхідної таблиці.

В програмі передбачена можливість роботи користувача одночасно із декількома видами інформації. Виконання цього можливе в зв'язку із реалізованою можливістю відкриття одночасно великої кількості вікон у програмі. Тобто, користувач може проводити операції по добавленні, знищенні, пошуку та редагуванні вмістимого бази не закриваючи попередньо відкритих вікон.

Слід звернути увагу на те, що в програмному продукті передбачено вивід інформації як на екран, так і на друкуючий пристрій.

### **3.2 Розробка програмного засобу**

Для виконання завдання використані засоби мови програмування Borland Delphi версії 7.0. Borland Delphi - це об'єктно-орієнтоване середовище візуального програмування.

#### **Опис логічної структури**

При створенні програми використовується об'єктно орієнтоване середовище Delphi то відповідно велике значення має проектування інтерфейсу програми. Хоча система має цілий ряд вбудованих компонент для даної мети, необхідно створити інтерфейс, який буде максимально зручним для користувача. Саме для цієї мети в проекті передбачено створення головного меню до пунктів якого можна добратися також за допомогою швидких клавіш. В якості швидких використовуються як функціональні клавіші так і комбінації

клавіш, вибір яких виконувався з розрахунку, щоби вони були максимально наближеними до часто вживаних з подібними значеннями в інших системах.

Головне вікно містить головне та піктографічне меню. Така компоновка дає можливість створити простий інтерфейс, тобто сформувати MDI додаток з віконним доступом до інформації. Також така компоновка дозволяє зменшити розмір виконуючого файлу і не використовувати .DLL бібліотек хоча б на перших порах розвитку програми. Приклад загального вигляду головного вікна приведено на рисунку 4.1.

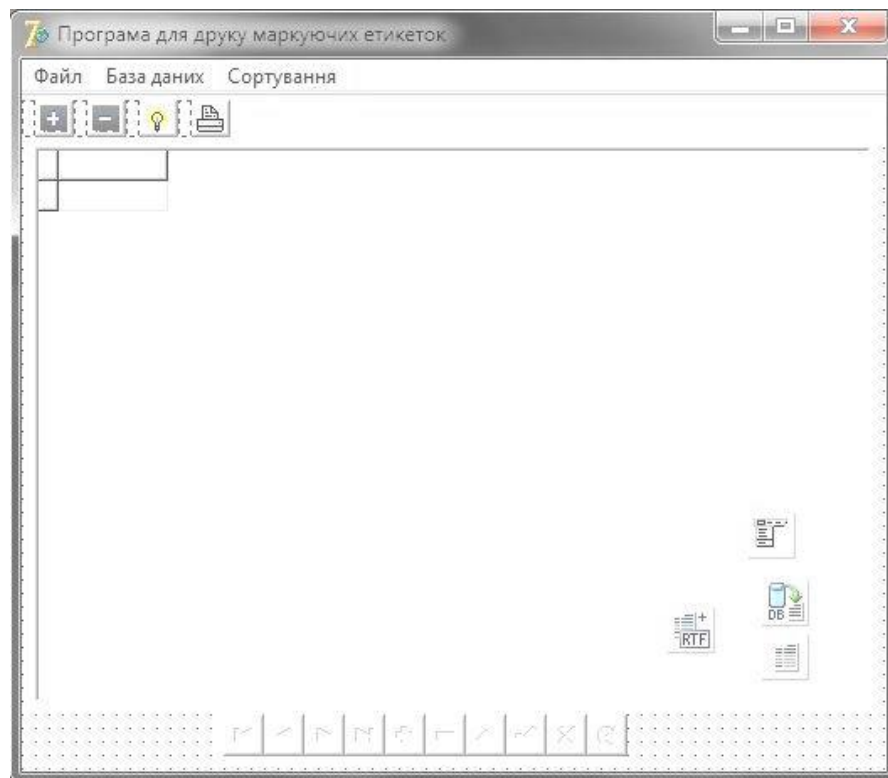


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд головного вікна програми

При проектуванні вікон передбачалася зручність, простота та інформативність форм.

При виборі потрібних кнопок або пунктів меню можуть видаватися запити та інформації через відповідні вікна в залежності від конкретних умов. Аналогічним чином побудовані і решта візуальних елементів програми.

В даному випадку використовується процедурне програмування, яке забезпечує можливість реалізації та обробки інформації у відповідності з виконуваними функціями. Окрім того при використанні об'єктного



програмування часто у вигляді процедур оформляються ті чи інші властивості або методи роботи з об'єктом. Логічна схема процедури може бути доволі простою (при використанні спеціалізованих команд для роботи з базами даних). Наприклад процедура створення форми пошуку інформації:

```

procedure TForm1.FindClick(Sender: TObject);
var S : string;
begin
  S:=InputBox('Пошук товару за назвою', 'Назва товару', '');
  if S<>' ' then DBGrid1.DataSource.DataSet.Locate('NAZVA', S, [loCaseIn-
sensitive, loPartialKey])
  end;
end;

```

Також можуть використовуватися і більш складні механізми в реалізації процедур з використанням різних операторів циклів та умови.

Наприклад:

```

procedure TForm1.miNEWClick(Sender: TObject);
var NO:word;
begin
  fRecName:=TfRecName.Create(Self);
  if fRecName.ShowModal=mrOK then begin
    with DM.qrTemp do begin
      Close;
      SQL.Text:='SELECT MAX(ID) FROM NAZVA_TOVARU';
      Open;
      NO:=FieldByName('MAX').AsInteger;
      Inc(NO);
      Close;

      SQL.Text:='INSERT INTO NAZVA_TOVARU (ID, NAZVA, M_T, T_PR,
BAR_CODE) '+
        'VALUES (:ID, :NAZVA, :MARKA, :TERMIN_PRUDATNOSTI, :BAR_CODE)';
      ParamByName('ID').AsString:=IntToStr(NO);
      ParamByName('NAZVA').AsString:=fRecName.eName.Text;

      ParamByName('MARKA').AsInteger:=DM.qrMarka.FieldByName('M_T').AsInteger;
      ParamByName('TERMIN_PRUDATNOSTI').AsInteger:=fRecName.GetTerminID;
      ParamByName('BAR_CODE').AsString:=fRecName.eBarCode.Text;
      ExecSQL;
    end;
    with DM.IBQuery1 do begin
      Close;
      Open;

```

```
{Locate('ID', IntToStr(No), []);}
end;
end;
FRecName.Free;
end;
```

Блок –схема наведеного фрагменту подається в листі №2, а саме вікно для додавання нового запису приведено на рисунку 4.2.

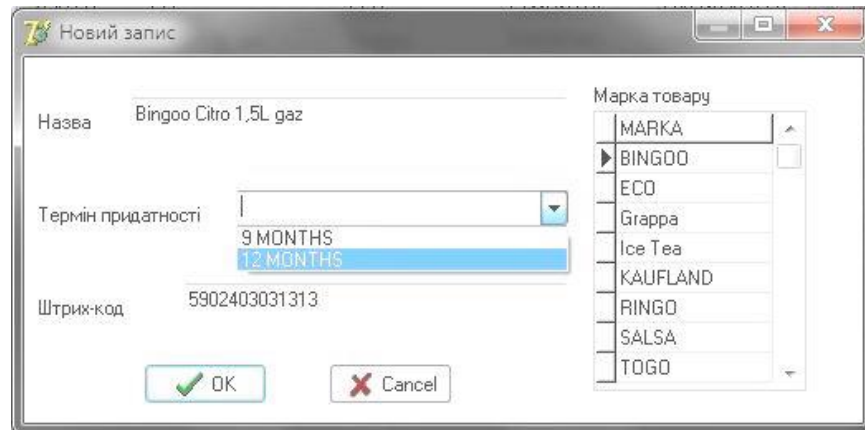


Рисунок 3.2 – Вікно для додавання нового запису

При написанні програми для зручності всі таблиці було винесено в єдиний модуль, що спрощує контроль за роботою і відображенням даних. Вікно модуля приведено на рисунку 4.3.

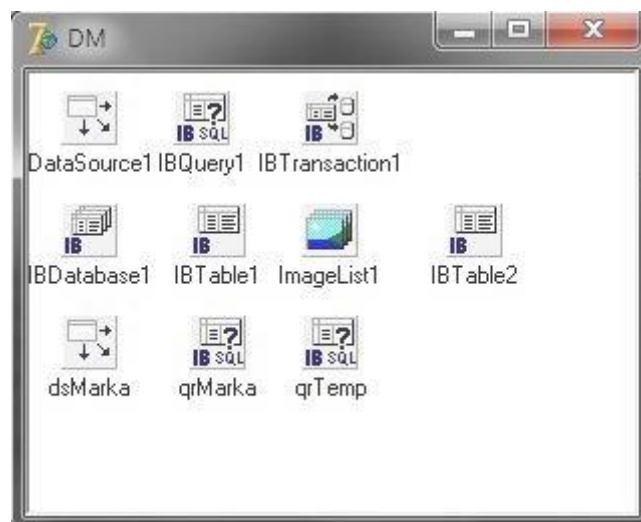


Рисунок 3.3 – Вікно модуля даних

Всі назви змінних та полів задаються таким чином, щоби вони були максимально зрозумілими при написанні. Як видно із наведеного прикладу при написанні текстів програм максимально враховувалася їх зрозумілість. Окрім того видно, що в програмуванні використовувалися як стандартні властивості об'єктів, так і окремі частини коду написані в ручну. Для виводу повідомлень використовувалися процедури ShowMessage, які дозволяють отримати зручні, зрозумілі повідомлення, які легко створюються програмістом в різних ситуаціях.

Створена в середовищі Delphi 7 програма складається із декількох елементів, об'єднаних в проєкт. Після компіляції створеної програми утворюються файли із розширенням: DCU – зкомпільовані модулі; EXE – виконуючий файл; DSM - службовий файл для запуску програми в середовищі, його розмір досить великий, тому рекомендується стирати його при закінченні роботи.

В середовищі програмування Delphi всі візуальні елементи мають ієрархічну структуру. Сама ж програма складається із процедур та функцій які взаємодіють між собою та іншими елементами програми. Кожен візуальний елемент програми може мати певний набір своїх процедур, які викликаються при здійсненні певних дій над цим елементом. Програміст при необхідності може створити свою процедуру чи функцію.

Дана програма розроблена таким чином, що коли користувач не здійснює ніяких операцій (ввід даних, натискання на управляючі клавіші, натискання на графічні кнопки) вона знаходиться в пасивному режимі, тобто сама по собі нічого не робить.

#### Написання текстів програми

Оскільки програмним середовищем для розробки даної системи автоматизації обліку товарів вибрано Delphi, то автоматично зменшується трудомісткість та складність створення цього програмного продукту. Вибране середовище є об'єктно-орієнтованим, що дає змогу програмісту використовувати вже створені об'єкти. При створенні нового проєкту, Delphi автоматично створює файл проєкту та пусту форму з файлом модуля.

Ключовою особливістю Delphi є можливість не тільки використовувати візуальні компоненти для будівництва додатків, але і створення нових компонентів. Така можливість дозволяє розроблявачам не переходити в інше середовище розробки, а навпаки, вбудовувати нові інструменти в існуюче середовище. Крім того, можна поліпшити або цілком замінити існуючі за замовчуванням у Delphi компоненти.

По ходу розробки програми спочатку формувався графічний інтерфейс, тобто змінювалися властивості форми. Форми - це об'єкти, в які ви поміщаєте інші об'єкти для створення користувацького інтерфейсу вашої програми. Потім на основі створених раніше таблиць, з допомогою вікна Database Form Wizard, створювались необхідні для ефективної роботи програми вікна. Після цього на створені вікна з палітри компонентів середовища Delphi наносилися необхідні об'єкти – кнопки, панелі, поля для вводу, мітки та ін. Тоді вони розміщувалися найбільш зручніше для використання та групувалися по призначенню. Далі у вікні інспектора об'єктів змінювалися їх розміри та необхідні властивості. Тепер маючи всі необхідні компоненти можна переходити безпосередньо до програмування. В процесі програмування потрібно створити відповідні програмні коди для кожного об'єкта, що знаходиться на створених раніше вікнах так, щоб усі компоненти програми працювали спільно, найбільш ефективно та без помилок. Але для перевірки проекту на наявність помилок програмних кодів я, при написанні кожного блоку програми, проводив тестування і налагодження, що є невід'ємними складовими написання будь-якої програми.

Оскільки в даному програмному продукті потрібно одночасно мати доступ та відображати дані з декількох таблиць, була необхідність використати по декілька компонентів `IVTable` та `IVQuery`. Для легшої роботи з ними їхні назви були змінені у відповідності до призначення.

#### Обробка вхідних та вихідних даних

Для швидкої роботи з продукцією на заводі для виготовлення мінеральної води зручно використати наступні характеристики, які є повністю достатніми для обліку продукції:

- Назва товару – повне ім'я товару, яке виготовляється на заводі;
- Марка товару – марка, що виготовляється на заводі;
- Термін придатності товару;
- Штрих-код – записаний за допомогою смуг різної товщини код, який містить інформацію про товар;

Саме ці характеристики є вхідною та вихідною інформацією. Вхідні дані вводяться оператором у форму представлену на рисунку 3.2.

В результаті обробки та форматування вхідних даних виникає вихідна інформація. Вона подається у двох формах. У першому випадку вихідні дані фіксуються на жорсткому магнітному диску (вінчестері) персонального комп'ютера. Інша форма видачі вихідної інформації передбачає вивід її на твердий носій (папір), тобто, друк маркуючих етикеток.

Під час розробки програмного забезпечення було сформовано технічне завдання, в якому були визначені основні напрямки і спеціальні вимоги, необхідні для розробки системи.

Наступним етапом був вибір об'єктно-орієнтованої технології програмування. Також була вибрана мова програмування Object Pascal та середовище розробки Borland Delphi 7.0.

На етапі аналізу предметної області задачі було обрано динамічний лінійний список в якості основної структури зберігання даних. Побудована структурна схема програмного продукту та описана взаємодія її функціональних елементів. Також приведені алгоритми обробки лінійного списку, а саме алгоритми додавання, видалення та пошуку елементів лінійного списку.

На етапі розробки інтерфейсу користувача було створене головне меню програми та описані форми введення-виведення даних.

Перевагами розробленого програмного продукту є простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (українською мовою), можливість вибору сортування за назвою, маркою та штрих-кодом.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Захисні елементи на лінії

На даний момент автоматизація технологічних процесів використовує широке впровадження обчислювальної техніки в системи управління, які повинні вирішувати задачі автоматизації основного технологічного устаткування, аналізу, контролю і управління технологічними процесами на основі математичних методів і використання ЕОМ, автоматизація проектування автоматизованих процесів.

Відносно цього актуальним є питання монтажу, налагодження і експлуатації устаткування. Адже нормальна, безаварійна робота приладів і систем автоматики залежить як від технічного рівня проектів, так і від якості монтажу і кваліфікованої експлуатації цих приладів і систем.

Монтажу передуює складання плану проведення робіт, який складають на монтаж систем автоматики на нових і реконструйованих підприємствах. План проведення робіт складають на основі проектної документації і зв'язують із термінами виконання будівельних чи ремонтних робіт, доставкою і монтажем технологічного обладнання, а також з прогнозованими термінами здачі об'єкта в експлуатацію.

План проведення робіт складають у наступній послідовності:

- визначають заготівельні роботи, що виконуються не на території будівельного майданчика, після чого монтажні роботи, що виконуються безпосередньо на об'єкті, що автоматизується;
- визначають об'єм робіт в фізичному і грошовому виразі і фонд заробітної плати;
- визначають терміни виконання кожного виду робіт, потребу в робочій силі, професійний склад і кваліфікацію робітників;
- складають графік виконання робіт із вказанням переміщення монтажних бригад;
- визначають витрату матеріалів та інструменту на весь об'єм робіт;

- визначають потребу в механізмах, верстатах та в іншому устаткуванні.

Після заповнення відомості об'ємів робіт і складання графіків початку і закінчення монтажних робіт з урахуванням терміну здачі в експлуатацію об'єкта складають календарний план виконання окремих видів монтажних робіт. Основою цього являється графік виконання монтажних робіт.

Трубні проводки прокладають вздовж стін і перекриттів, по колонах та інших елементах будівель, а також по естакадах і металоконструкціях.

Місця прокладання труб не повинні відчувати вібрації, механічні впливи, а також повинні бути доступні для огляду.

Перед безпосереднім монтажем трубних проводок потрібно встановити кріпильні деталі, пробити борозди й отвори. Кріпильні деталі на будівельних конструкціях кріплять цвяхоподібними дюбелями, які забивають у кладку монтажним пістолетом.

Для закріплення пластмасових кріпильних деталей, а також у випадках коли застосування пістолета заборонено, використовують розпірні дюбелі. В кладці висвердлюють кругле гніздо, в яке вставляють розпірний дюбель. В нього вкручують шуруп, що утримує кріпильну деталь. Отвори обробляють за допомогою дрелей з електричним чи пневматичним приводом.

У сухих приміщеннях кріпильні елементи проводок можуть бути приклеєні до бетонних і металічних поверхонь за допомогою клею на базі синтетичних смол.

Борозди пробивають пневматичним ударним інструментом чи застосовують електрифіковані бороздо-фрезерні засоби.

Для встановлення щитів, пультів, апаратів та інших засобів перед їх монтажем потрібно встановити металоконструкції на які власне проводиться монтаж. Обробка металоконструкцій полягає в створенні каркасу відповідної форми, обробці різьбових отворів для кріплення апаратів, обробці наскрізних фасонних вікон і отворів для монтажу апаратури двохстороннього обслуговування.

Панелі і стінки каркасу, які потребують додаткової обробки повинні бути знімними, оскільки операції виконуються на ковально-пресовому та

металоріжучому обладнанні. Ручний електрифікований інструмент застосовують при модернізації чи при обробці важкодоступних місць.

Додаткова конструктивна доробка вимагається коли апарати встановлюються в умовах відмінних від звичайних. В таких випадках використовують додаткові кронштейни з відповідними вирізами, додаткові пластини, мости та інші види кріпильних елементів.

Конструктивні доробки електроапаратів і приладів необхідно випробовувати на вибухобезпечність. Також повинно бути одержано дозвіл на їх експлуатацію в вибухонебезпечних зонах. Ці дозволи видають органи Державного контролю за вибухобезпечним обладнанням.

Після механічної обробки пульти, щити та апарати фарбують: внутрішню поверхню білою емаллю, а зовнішню поверхню в колір технологічного обладнання.

#### **4.2 Правила розміщення щитів і пультів у технологічних приміщеннях**

При монтажі щитів і пультів у технологічних приміщеннях повинна підтримуватись температура повітря 5°C. Якщо монтажно-експлуатаційними інструкціями на прилади і апарати, встановлених у щитах і пультах не вказане друге значення температури. Місця встановлення щитових конструкцій повинні відповідати вимогам експлуатації які монтуються на щитах пристроїв (стійкість до вібрації, вплив навколишнього середовища).

До початку робіт по монтажу щитів, необхідно перевірити будівельну і технологічну готовність проектної відмітки. До цього часу повинні бути виконані підготовчі роботи, змонтовані металоконструкції щитів. До таких металоконструкцій відносять перфоровані, наприклад Z-подібні.

Установчі металоконструкції закріплюють чи на підготовлених закладних елементах, або з допомогою пластмасових дюбелів чи зваркою.



Електричні і трубні проводки повинні бути прокладені і підведені до місця встановлення щитових конструкцій. Кінці електричних і пневматичних кабелів прокладають так, щоб була виключена можливість їх механічного пошкодження. Також це стосується металічних труб, прокладених до місця встановлених щитів.

Щити повинні бути розміщені на площі встановлення так, щоб була виключена можливість додаткових такелажних робіт при їх монтажі.

Конкретні місця розміщення щитових конструкцій обумовлюють їх встановлення на різних будівельних основах. Особливості основ, а також конструкцій опорних частин щитів визначає метод їх закріплення.

Існують два основних методи закріплення: розбірні і нерозбірні. Для плоских штативів і допоміжних панелей застосовують комбінований метод. Рама виробу приварюється до закладних елементів, а корпус виробу фіксується різьбовим з'єднанням.

При монтажі щитів повинні бути встановлені у вертикальне положення перед закріпленням їх необхідно вирівняти по рівню.

Овальність отворів дозволяє не виймаючи бородка, встановити в цей же отвір гвинт, після чого наживити гайку. Для щитів ЩПК, ЩП і штативів С - цю роботу рекомендується починати з отворів на задніх стойках і верхній рамі каркаса. На другому етапі всі гвинти рівномірно затягуються.

Встановлення декоративних панелей ПнД - ЩПК і ПнТД - ЩПК слід виконати після закінчення монтажу щитів.

У зв'язку з вимогами ДСТУ щити повинні мати заземлюючий стиск по ДСТУ, дозволяючий приєднання нульового захисного чи заземлюючого провідника з кольорового металу.

Заземлюючий стиск розміщений на спеціальній пластині в опорній рамі щита. Заземлюючий зажим повинен бути помічений знаком що не стирається.

Занулення і заземлення у щитових конструкціях повинно бути виконано у відповідності з вимогами ДСТУ 12.2.007.7-85 ССБТ.

Металічні елементи щитових конструкцій повинні мати надійне електричне з'єднання з заземлюючим затиском. Значення опору між

заземляючим затиском і елементами щита, включаючи деталі для монтажу апаратів і проводок, не повинно перевищувати 0,1 Ом.

У шкафних і панельних з каркасом щитах електричне з'єднання між металічними частинами каркаса повинно бути забезпечене через закріплюючі болти, за рахунок комплектного тиску у місцях стику.

Занулення (заземлення) корпусів пристроїв, які мають спеціальні виводи "земля" виконують гнучким нульовим захисним провідником. Нульовий провідник від виводу "земля" приєднують до заземлюючого затиску, який організований на стійці каркаса щита. На нульовому провіднику який з'єднується з заземляючим затиском повинен бути відповідний кабельний наконечник.

Металічні корпуса пристроїв, які підлягають зануленню, але не мають спеціальних виводів "земля", повинні мати електричне з'єднання з металічними деталями, на яких вони встановлені.

Занулення (заземлення) щитових конструкцій у цілому повинно здійснюватись шляхом приєднання щитів до близько розташованих заземлюючих провідників сітки занулення.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснена розробка заходів з автоматизації комплексу для укладання продукції в палети. Запропонована система побудована на базі існуючої на підприємства транспортної системи. Використання запропонованого комплексу дозволяє синхронізувати за часом роботу транспортної системи та укладача блоків пляшок у палети.

При розробці автоматизованої системи контролю за процесом укладання блоків вирішувалися задачі контролю положення пляшок та блоків із ним перед укладанням на піддони. Для цього використовувалися системи безконтактного контролю, побудовані на фотоелектричних та індуктивних давачах. В якості виконавчих механізмів керування здійснювалося двигунами конвеєрів та укладача патет.

Виконано розробку заходів з питань розробки програмного засобу для друку маркування етикеток на продукції.

Проведено аналіз питань охорони праці та безпеки життєдіяльності.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Силивончик В.А. Обзор украинского рынка безалкогольных газированных напитков// Food & Drinks, -2014. № 4 — С.12-14
2. Саливон С.Д. Инновация или только расширение марки//Food & Drinks, -2014. № 4 – С.26-28.
3. Нарушин В.С. Продукты питания, обогащенные бета-каротином// Food & Drinks, -2014. № 8 – С.8-10
4. Food Processing Technology (Third edition) P.J. Fellows. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. 2009 – 913 p.
5. Тищенко Т.М. Закрите акціонерне товариство «Ерлан»//Кращі підприємства України, - 2013. – С.58-59
6. Воронов А.А.. Основы теории автоматического управления. –М: 1981. – 224с.
7. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники.- К.:1988 – С.278-280.
8. Заказнов Н.П. Прикладная геометрическая оптика. М.: Машиностроение, 1984. 184с.
9. Катус Г.П. Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой. М.: Машиностроение, 1986. 416с.
10. Соломатин В.А. Системы контроля и измерения с многоэлементными приемниками. М.: Машиностроение, 1992. 128с.
11. Пат. WO 97/12233 США, МКИ G 01 N 23/06. Container fill level and pressurization inspection using multi-dimensional images / H.G.Glenn (США); THERMEDICS DETECTION INC. - № 534846; Заявл. 27.09.96; Оpubл. 03.04.1997.- 13 с.
12. Пат. 4476981 США, МКИ В 07 С 5/36. Rejection system / H.Yoshida (Японія); Hajime industries Ltd. - № 372660; Заявл. 28.04.82; Оpubл. 16.10.1984.- 10 с.
13. Джигирей В.С., Жидецкий В.Ц.. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник.- вид. 3-тє, доповнене.-2000. – 256 с.

14. Packaging types to consider: веб-сайт. URL: <https://www.packagingstrategies.com/blogs/14-packaging-strategies-blog/post/89440-packaging-types-to-consider>
15. SIMATIC S7-300 - Proven multiple times!: веб-сайт. URL: <https://new.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoiyi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery-simatic/simatic-s7-300.html>
16. Active Series: веб-сайт. URL: [https://www.bonfiglioli.com/usa/en/product/active-series\\_inverters-servo-drives\\_premium-inverters](https://www.bonfiglioli.com/usa/en/product/active-series_inverters-servo-drives_premium-inverters)

## Додаток А

### Частотний перетворювач Bonfiglioli ACTIVE ACT401

Технічні дані частотного перетворювача Bonfiglioli ACTIVE ACT401:

Діапазон потужності, кВт:	0.55...132 кВт, 3-х фазна напруга 320...528В
Тип управління:	просте / складне векторне управління з датчиком / без датчика зворотного зв'язку
Перевантажувальна здатність:	150% на 60 с, 200% на 1с
Ступінь захисту:	IP20 (EN 60529)
Електромагнітний фільтр:	Вбудований до 9,2 кВт (EN61800-3)
Основні характеристики:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Вбудований гальмівний транзистор</li><li>• Клеми для підключення по постійному струму</li><li>• Стандартний інтерфейс для енкодера</li><li>• Моніторинг датчика температури двигуна</li><li>• Знімні клеми живлення (до 4 кВт) та управління</li><li>• 1 вихід реле (переключаючий контакт)</li><li>• 6 цифрових входів, 1 багатофункціональний вхід</li><li>• 1 цифровий вихід, 1 багатофункціональний вихід</li></ul>
Модулі розширення:	Збільшення кількості аналогових, цифрових входів і виходів Системна шина, підключення енкодерів різних типів.
Модулі обміну даними:	RS 232, RS 485, Profibus-DP, CANopen
Основні характеристики програмного забезпечення:	<ul style="list-style-type: none"><li>• VPIus сумісна з операційною системою Windows</li><li>• Динамічне гальмування</li><li>• Програмовані пуск і зупинка</li></ul>

- Програмована вольт-герцова характеристика 4 набори параметрів
- Автоматичний запуск і авто настройка
- Автоматичний скидання після збою, пуск після збою живлення
- ПІ-регулятор
- Управління механічним гальмом
- Програмовані логічні функції і таймери
- Широкі можливості по захисту та моніторингу

У роботі пропонується використовувати інвертори моделей:

- АСТ401-23FA 11KW / 25A для 2-х двигунів кола верх/вниз
- АСТ201-05FA 0,55KW / 3A для двигуна конвеєра

Таблиця А.1 - Основні технічні характеристики інверторів

Параметр	АСТ201-05FA	АСТ401-23FA
Рекомендована номінальна потужність двигуна, кВт	0,55	11,00
Вихідний номінальний струм двигуна, А	3,0	25,00
Перевантажувальна здатність, А		
	- на 60 с	4,5
- на 1 с	6,0	50,0
Частота переключення, кГц	2...16	
Номінальна частота двигуна, Гц	0...1000	
Номінальна напруга мережі, В	184 ... 264	
Номінальна частота мережі, Гц	45 ... 66	
ЕМІ фільтр	вбудований	зовнішній
Клас захисту	IP 20 (EN60529)	
Габаритні розміри, мм	190 x 60 x 175	250 x 125 x 200

## Додаток Б

### Індуктивний давач NBN8-18GM50

#### Технічний опис

- Функція перемикання: нормально відкритий (NO)
- Тип виходу: PNP
- Номінальна робоча відстань: 8 мм
- Вихідна полярність: DC
- Гарантоване робоче відстань: 0 ... 6,48 мм
- Виконавчий елемент: низьковуглецева сталь, наприклад 1.0037, SR235JR (раніше St37- 2)  
24 мм x 24 мм x 1 мм
- Коефіцієнт зменшення  $r_{Al}$  : 0,4
- Коефіцієнт зменшення  $r_{Cu}$  : 0,3
- Коефіцієнт зменшення  $r_{304}$  : 0,7
- Коефіцієнт зменшення  $r_{Латунь}$  : 0, 4
- Робоча напруга: 10 ... 30 В
- Частота перемикання: 0 ... 300 Гц
- Гистерезис: 0,04 ... 1, 76 мм
- Захист від зворотної полярності: так
- Захист від короткого замикання: так
- Стійкість до перевантаження: так
- Захист від обриву дроти: так
- Індуктивний захист від перенапруги: так
- Пульсації: 10 %
- Падіння напруги: до 2,5 В
- Повторюваність: 0,2 мм
- Робочий струм: 0 ... 200 мА
- Струм в закритому стані: 0 ... 0,5 мА тип. 0,1 мка при 25 °С
- Струм холостого ходу: до 7 мА
- Індикатор стану перемикання: світлодіодний індикатор з декількома отворами, жовтий



- МТТF<sub>d</sub>: +1935 а
- Час місії (T<sub>M</sub>): 20 а
- Схвалення ССС: схвалення/маркування ССС не потрібно для продуктів з номінальною напругою до 36 В
- Температура навколишнього середовища: -25 ... 100 °С (-13 ... 212 °F)
- Температура зберігання: -40 ... 100 °С (-40 ... 212 °F)
- Тип підключення: Роз'єм М12 х 1, 3-контактний
- Матеріал корпусу: латунь, нікельована.
- Чутлива поверхня: РВТ
- Діаметр корпусу: 18 мм
- Ступінь захисту: IP67
- Серія: NBN
- Маса: 50 г
- Відстань спрацьовування, мм: 8
- Тип виходу: PNP
- Функція перемикання: NO

## Додаток Б

Фотодавач OBS4000-18GM60

Світловідбивний давач із поляризаційним фільтром

Загальні технічні характеристики

Ефективний діапазон виявлення 0 ... 4 м

Діапазон виявлення порогів 4,5 м

Опорний цільовий відбивач Н50

Світлодіодний джерело світла

Світломодульоване видиме червоне світло, 660 нм

Поляризаційний фільтр Так

Діаметр світлової плями при бл. 200 мм при дальності виявлення 4 м

Кут розбіжності 3 °

Оптичне обличчя фронтальне

Обмеження зовнішнього освітлення 10000 Люкс

Показники / експлуатаційні засоби

Світлодіодний індикатор роботи зелений

Індикатор функцій Подвійний кольоровий світлодіод, жовтий / зелений  
жовтий: стан перемикачання

зелений: увімкнення

блимає: контроль стабільності

Регулювання чутливості елементів управління

Електричні характеристики

Робоча напруга 10 ... 30 В постійного струму, клас 2

Пульсація 10%

Струм живлення без навантаження  $\leq 25$  мА

Затримка часу до наявності  $\leq 25$  мс

Вихідні дані

Перемикачання типу світло / темно на електрично перемикається

Вихід сигналу 1 вихід PNP, захищений від короткого замикання, захищений від зворотної полярності, відкритий колектор

Напруга перемикавання макс. 30 В постійного струму

Струм перемикавання макс. 100 мА

Падіння напруги  $\leq 2,5$  В

Частота комутації 500 Гц

Час відгуку 1 мс

Відповідність

Стандарт товару EN 60947-5-2

Відповідність стандартам та директивам

Стандарти UL 508

Схвалення та сертифікати

Відповідність EAC TR CU 020/2011

Дозвіл UL на перелік cULus, корпус типу 1

Схвалення CCC Схвалення / маркування CCC не потрібно для виробів з номіналом  $\leq 36$  V

Навколишні умови

Температура навколишнього середовища  $-25 \dots 55$  ° C ( $-13 \dots 131$  ° F)

Температура зберігання  $-40 \dots 70$  ° C ( $-40 \dots 158$  ° F)

Механічні характеристики

Ступінь захисту IP67

З'єднання 4-контактний, роз'єм M12 x 1

Матеріал

Корпус латунь, нікельований

Оптична торцева ПММА

Маса 45 г.