

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра “підйомно-транспортного та робототехнічного
обладнання”

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

з дисципліни "Машини і обладнання складів і логістика"

Рівень підготовки – магістр

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія

Спеціальність: 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація: – Інженерія логістичних систем

ОДЕСА: ОНПУ, 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра “підйомно-транспортного та робототехнічного
обладнання”

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

з дисципліни "Машини і обладнання складів і логістика"

Рівень підготовки – магістр

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія

Спеціальність: 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація: – Інженерія логістичних систем

Затверджено
на засіданні кафедри підйомно-
транспортного і
робототехнічного обладнання
Протокол № 1 від 27.08.2019 р.

ОДЕСА: ОНПУ, 2019

Навчальний посібник з дисципліни «Машини і обладнання складів і логістика» для студентів магістрів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, спеціалізація: – Інженерія логістичних систем, / Укл.: Михайлов Є. П., Вудвуд О. М. – Одеса: ОНПУ, 2019. - 227с.

Укладачі:

Михайлов Є.П. доц. кафедри підйомно-транспортного і робототехнічного обладнання

Вудвуд О.М. ст. викладач кафедри підйомно-транспортного і робототехнічного обладнання

ЗМІСТ

Передмова	6
1 Складська логістика.....	7
1.1 Роль і функції складів у логістичних системах.....	7
1.2 Основні завдання складської логістики	9
1.3 Організація виконання складських логістичних операцій	10
1.4 Оптимізація розміщення вантажів на складі	14
2 Склади в логістиці, їх види, функції та характеристики	19
2.1 Склади, їх визначення і види	19
2.2 Функції складів	20
2.3 Характеристика складських операцій	22
2.4 Обладнання та машини складів.....	25
3 Обладнання для зберігання матеріалів	30
3.1 Основні види обладнання для зберігання матеріалів	30
3.2 Обладнання для зберігання тарно-штучних вантажів	30
3.3 Обладнання для зберігання навалювальних, насипних і наливних вантажів.....	38
3.4 Розрахунок розмірів стелажів.....	39
4 Транспортна тара	41
4.1 Вантажна одиниця	41
4.2 Транспортна тара, визначення та класифікація	43
4.3 Види транспортної тари.....	43
4.4 Тара для автоматизованих складів	46
5. Підйомно-транспортні машини періодичної дії	49
5.1 Види підйомно-транспортних машин періодичної дії	49
5.2 Навантажувачі.....	49
5.3 Вантажопідйомне обладнання.....	55
6 Штабелери.....	59
6.1 Визначення і класифікація штабелерів	59
6.2 Напольні штабелери.....	59
6.3 Крани-штабелери	62
7 Транспортні системи безперервної дії	66
7.1 Конвеєрне обладнання.....	66
7.2 Накопичувальні конвеєри.....	69
7.3 Сортувальні системи.....	71
8 Системи палетування.....	75
8.1 Устаткування для укладання палет	75
8.2 Пакувальники палет.....	79
9. Транспортні мобільні роботи	84
9.1. Типи транспортних мобільних роботів	84
9.2. Транспортні мобільні роботи	84

9.3. Захоплюючі пристрої транспортних мобільних роботів	93
10 Навігація транспортних роботів.....	96
10.1 Типи та засоби навігації транспортних роботів	96
10.2 Персональна навігація транспортних роботів	97
10.3 Локальна навігація транспортних роботів	100
11 Засоби визначення положення і орієнтації транспортних роботів	107
11.1 Використання лазерних датчиків для навігації транспортних роботів	107
11.2 Глобальна навігація транспортних роботів	110
12 Ваговимірювальне обладнання	115
12.1 Основні характеристики та класифікація складських ваг	115
12.2 Основні типи складських ваг.....	116
12.3 Стаціонарні автомобільні та вагонні ваги.....	121
12.4 Конвеєрні ваги.....	122
13 Ваговимірювальні пристрої на основі контролерів	124
13.1 Ваговимірювальні пристрої.....	124
13.2 Ваговимірювальні комірки SIWAREX.....	124
13.3 Ваговимірювальні модулі	130
13.4 Ваговимірювальні пристрої на основі контролерів Ардуіно	131
14 Інформаційні технології	134
14.1 Основні визначення	134
14.2 Використання штрихових кодів для автоматичної ідентифікації.....	134
14.3 Маркування вантажу.....	137
14.4 Системи ідентифікації	140
15 Технології комісіонування	144
15.1 Завдання і класифікація комісіонування.....	144
15.2 Підбір за світловим сигналами.....	145
15.3 Підбір по голосовому сигналу.....	146
15.4 Підбір за допомогою автонавантажувачів з лазерним управлінням.....	150
15.5 Інші технології комісіонування.....	150
16 Автоматизовані склади	152
16.1 Призначення, функції та структура автоматизованих складів	152
16.2 Основні елементи автоматизованих складів.....	156
17 Програмне забезпечення для управління складами	162
17.1 Структура і склад програмного забезпечення для управління складами	162
17.2 Функції програмного забезпечення для управління складами.....	163
17.3 Інтеграція в автоматизовані системи управління верхнього рівня.....	165
18 Системи позиціонування	170
18.1 Призначення та види систем позиціонування	170
18.2 Датчики положення.....	171
18.3 Реалізація систем позиціонування.....	173
19 Програмовані логічні контролери в системах керування складським обладнанням .	181
19.1 Програмовані логічні контролери як основа керування.....	181
19.2 Структура та склад програмованих логічних контролерів.....	183
19.3 Особливості програмованих логічних контролерів різного рівня складності.....	185
19.4 Системи розподіленого вводу-виводу.....	188
20 Засоби проектування програмованих логічних контролерів	192
20.1 Програмні засоби проектування програмованих логічних контролерів.....	192
20.2 Програмні засоби діагностики.....	198
21 Використання програмованих логічних контролерів для управління складським обладнанням.....	202
21.1 Програмна реалізація функцій керування для складів	202

21.2 Умонтовані засоби керування рухом	203
21.3 Приклади керування складським обладнанням на основі програмованих логічних контролерів	205
21.4 Використання засобів візуалізації для управління складським обладнанням.....	209
22 Використання розподілених систем для керування складським обладнанням.....	216
22.1 Використання розподілених систем для керування на великих територіях.....	216
22.2 Використання засобів децентралізованої периферії.....	217
22.3 Використання локальних обчислювальних мереж	219
22.4 Використання бездротових засобів зв'язку	221
22.5 Регульовані приводи у складі систем керування складами.....	222
Завдання до курсового проекту.....	226
Література	227

В навчальному посібнику розглянуті машини і обладнання сучасних складів та особливості їх використання в логістичних системах, а саме, склад і структура автоматизованих складів та рішення по керуванню автоматизованими складами, підйомно-транспортне обладнання, інформаційні технології за засоби ідентифікації вантажу, технології комісіонування, компоненти систем керування та особливості їх використання в складському обладнанні.

Передмова

Машини і обладнання складів займають важливе місце в логістичних системах, оскільки забезпечують збереження продукції та здійснюють формування транспортних потоків при переміщенні товарів від виробника до замовника.

Сучасні склади використовують широке коло вантажопідйомного і транспортно-накопичувального обладнання. Важливим питанням є також автоматизація складських операцій з метою з метою підвищення продуктивності складських операцій.

Дисципліна «Машини і обладнання складів і логістика» поширює набуті студентами знання у галузі побудови, конструювання та перспективного розвитку машин і обладнання складів та поширює їх інженерні знання за рахунок розгляду компонентів складських систем, а саме, стелажного обладнання, підйомно-транспортного обладнання, інформаційних систем, систем керування окремими машинами та складом в цілому у складі автоматизованих транспортно-складських систем, що базуються на сучасних методах та методиках.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: вимоги, які висуваються до машин і обладнання складів, їх компонентів, приводів та систем керування різноманітних типів; умови та режими роботи машин і обладнання складів; особливості, відмінності та галузі застосування різних типів складського обладнання; складові частини, принципи функціонування систем керування, що застосовують в автоматизованих транспортно-складських системах; шляхи модернізації та подальшого розвитку сучасного складського обладнання.

Мета викладання дисципліни: формування у студентів знань в галузі аналізу конструктивних рішень, конструювання та застосування різних типів машин і обладнання складів в сучасних логістичних системах.

Для досягнення майбутньої мети вивчення дисципліни студенти повинні знати: вимоги, які висуваються до уніфікації та агрегатно-модульної побудови машин і обладнання складів; системи керування різноманітних типів; умови та режими машин і обладнання складів, типи та характеристики машин і обладнання складів; особливості, відмінності та галузі застосування різних типів складського обладнання, що застосовують в автоматизованих логістичних системах; шляхи модернізації та подальшого розвитку складського обладнання.

Дисципліна «Машини і обладнання складів і логістика» є однією з завершальних у системі підготовки магістрів. Вона узагальнює набуті студентами знання у галузі розрахунку та проектування складського обладнання поширює їх в напрямку розрахунків, що базуються на сучасних моделях і методах.

Дисципліна має націлити майбутніх фахівців на творче застосування отриманих знань у їх практичній діяльності.

У навчальному посібнику розглянуті питання побудови, основи проектування та застосування складського обладнання в сучасних виробничих та логістичних системах. Наведені основні типи складського обладнання, принципи керування їх переміщенням та основні компоненти складського обладнання. Розглянуті особливості їх використання у складі сучасних логістичних систем.

Наведені завдання до практичних занять та приклади розв'язання задач з теми заняття.

Наведені завдання до курсового проекту.

1 Складська логістика

1.1 Роль і функції складів у логістичних системах

Сьогодні логістика досліджує матеріальні і пов'язані з ними інформаційні та фінансових потокові процеси. З метою упорядкування і систематизації наукових досліджень і практичних впроваджень вона може поділятися на декілька напрямків.

Диференціація (поділ) логістики дозволяє детальніше вивчити особливості видів логістичної діяльності та враховувати їх в організації бізнесу, що значно полегшує процес формування місії, стратегії та оперативних планів роботи підприємства.

Найбільш розповсюдженим принципом класифікації логістики є специфіка сфери функціонування.

За цією ознакою виділяють такі види логістики:

- закупівельну логістику,
- виробничу логістику,
- розподільчу (збутову) логістику,
- транспортну логістику,
- складську логістику,
- інформаційну логістику,
- сервісну логістику логістику.

Переміщення матеріальних потоків у логістичному ланцюгу неможливе без концентрації в певних місцях необхідних запасів, для зберігання яких призначені відповідні склади. Рух через склад пов'язаний з витратами живої та уречевленої праці, що збільшує вартість товару. Тому проблеми, пов'язані з реалізацією логістичної функції складування, чинять суттєвий вплив на раціоналізацію просування матеріальних потоків у логістичному ланцюгу і величину загальних логістичних витрат.

Складування – це логістична операція, що полягає в утриманні запасів учасниками логістичних каналів і забезпечує збереженість запасів, їх раціональне розміщення, облік, постійне оновлення та безпечні методи роботи.

Склад – це складна технічна споруда, яка складається з численних взаємопов'язаних елементів, має визначену структуру та виконує низку функцій щодо управління запасами та перетворення і розподілу матеріальних потоків серед споживачів. До складу можуть належати різні зони: зона розвантаження, зона приймання, зона зберігання, зона комплектації, експедицію, зона завантаження тощо.

Основне призначення складу полягає в концентрації запасів, їх зберіганні та забезпеченні безперебійного та ритмічного постачання споживачів.

На рис.1.1 показана деталізація функцій складів у логістиці.

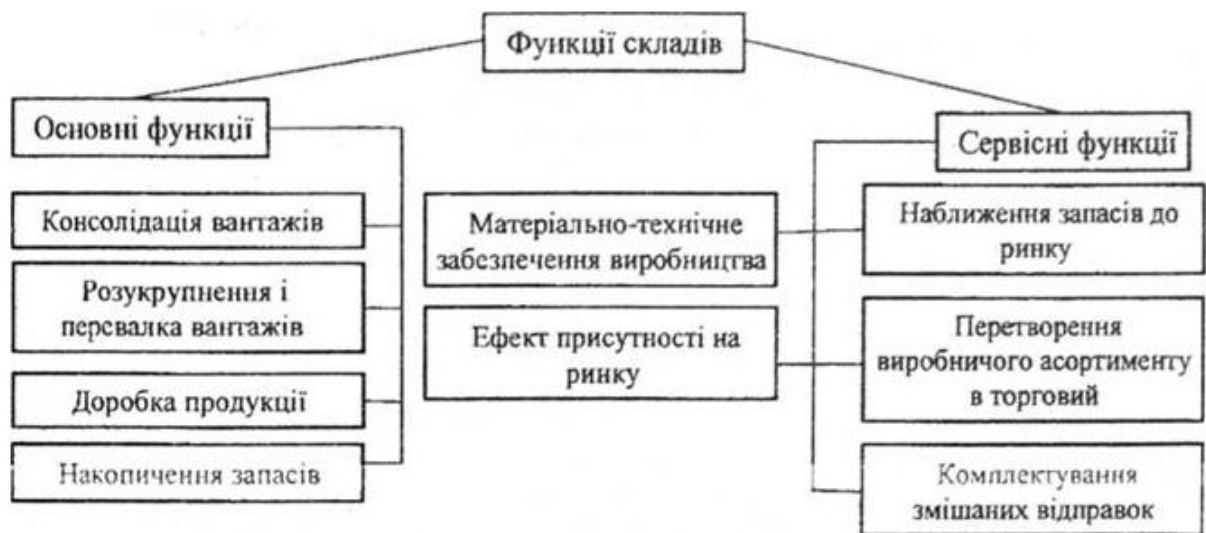


Рис. 1.1. Деталізація функцій складів у логістиці

Роль складування в логістиці неоднозначна. З одного боку, загальною тенденцією є максимальне скорочення складських запасів. З іншого, уникнути складських запасів взагалі в більшості випадків не вдається. Тому, як правило, складування матеріальних цінностей в логістичних системах здійснюється в тих випадках, коли воно дозволяє забезпечити створення економічних та сервісних вигод.

Про наявність економічних вигод можна стверджувати, коли використання одного чи більше складів сприяє безпосередньому скороченню загальних логістичних витрат. Економічні витрати тісно пов'язані з виконанням основних функцій складів.

Сервісні переваги від роботи складів можуть супроводжуватися або не супроводжуватися зменшенням витрат. Про них говорять у тому випадку, коли основне завдання складу полягає у підсиленні здатності всієї логістичної системи загалом створювати корисність місця та часу. Вони важко піддаються кількісній оцінці, оскільки потребують співставлених витрат і рівня сервісу.

Сучасні склади мають складну структуру та характеризуються різноманіттям параметрів, технологічних і об'ємно-планувальних рішень.

Класифікація складів, яка характеризує логістичну діяльність в процесі складування, представлена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Класифікація складів, яка характеризує логістичну діяльність в процесі складування

№ з/п	Класифікаційна ознака	Види складів
1	Функціональна сфера	У постачанні, у виробництві, в розподілі (дистрибуції-)
2	Вид продукції (матеріальних потоків)	Склади сировини, матеріалів, незавершеного виробництва, готової продукції, запасних частин, тари, залишків і відходів, інструментів
3	Функціональне призначення	Склади буферних запасів, транзитно-перевальні (вантажні термінали), сезонного чи тривалого зберігання, комісіонування (комплектування) вантажів, спеціальні
4	Тип складських будівель, споруд	Відкриті, напівзакриті, закриті споруди
5	Поверховість будівлі	Одноповерхові і багатоповерхові
6	Ступінь вогнестійкості	Спалимі, важко спалимі, неспалимі
7	Технічна оснащеність	Немеханізовані, частково механізовані, механізовані,

	операцій	автоматизовані
8	Належність учасникам логістичної системи	Склади виробників, торговельних компаній, торговельно-посередницьких компаній, транспортних компаній, експедиторських компаній, логістичних посередників
9	Товарна спеціалізація	Спеціалізовані, змішані, універсальні
10	За наявністю зовнішніх транспортних зв'язків	Пристанційні, портові, прирейкові, глибинні

1.2 Основні завдання складської логістики

Складська логістика – галузь логістики, що займається питаннями розробки методів організації складського господарства, системи закупівель, приймання, розміщення, обліку товарів і управління запасами з метою мінімізації витрат, пов'язаних з складуванням і переробкою товарів.

Під складським господарством розуміють сукупність таких складових:

- склад (складські приміщення і складські території);
- системи навантаження, розвантаження (навантажувально-розвантажувальне обладнання, автомобільні та залізничні рампи тощо);
- внутрішні транспортні системи (конвеєри, авто- й електронавантажувачі, візки, вагонетки тощо);
- системи переробки вантажів (системи штрих-кодування, лінії пакування і пакування, сортування, формування замовлень);
- системи зберігання вантажів (стелажі, ємкості, піддони, спеціальне обладнання для збереження якості вантажів);
- системи складського обліку вантажів (ручні й автоматизовані/комп'ютеризовані).

Створення розвинутого і ефективно діючого складського господарства на базі логістичного підходу спрямоване на досягнення цілей, що наведені на рис. 1.2.

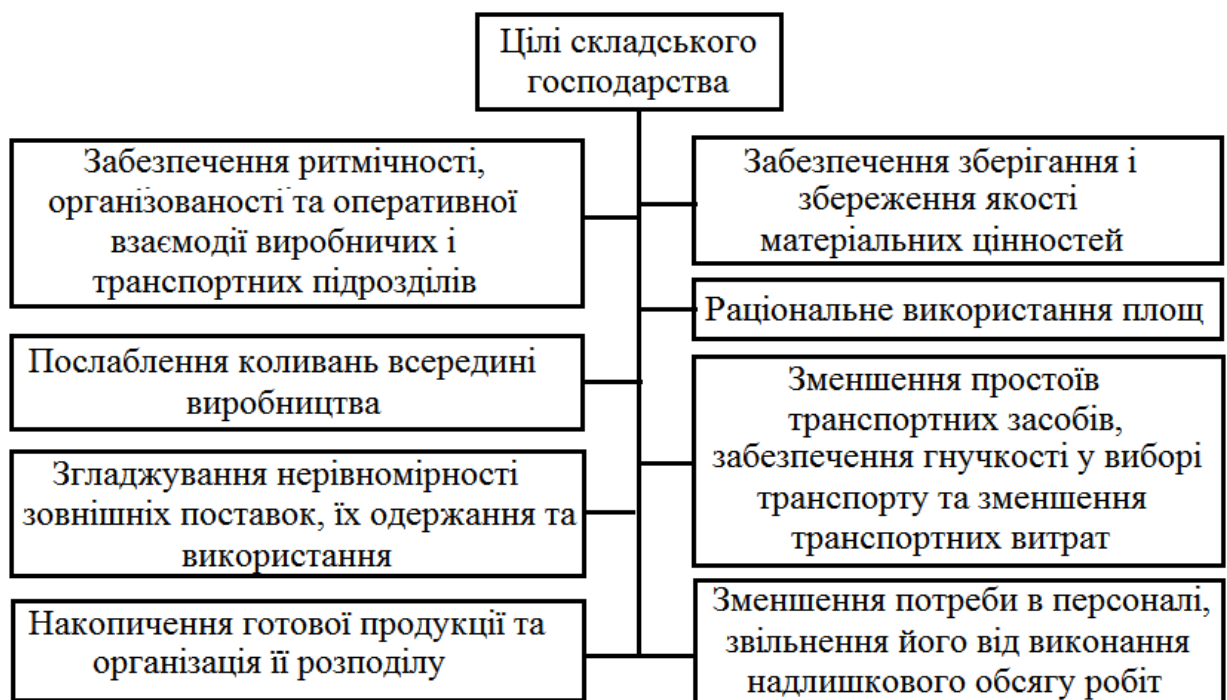


Рис. 1.2. Цілі складського господарства в логістиці

- Відповідно до поставлених цілей основними завданнями складської логістики є:
- розміщення мережі складів на полігоні обслуговування;
 - складування і підготовка вантажів до поставок;
 - управління товарними запасами;
 - організація складських поставок.

1.3 Організація виконання складських логістичних операцій

Логістичні функції складів реалізуються в процесі виконання окремих логістичних операцій.

Оскільки функції різних складів суттєво відрізняються між собою, то, відповідно, значні взаємні відмінності характеризують і комплекси виконуваних ними складських операцій.

Загалом **комплекс логістичних операцій** відбувається у послідовності, що наведена на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Структура комплексу логістичних операцій на складі

Розвантаження – це логістична операція, зміст якої полягає у вивільненні транспортного засобу від вантажу. Воно проводиться на розвантажувальних автомобільних або залізничних рампах і контейнерних майданчиках.

Відповідно, протилежна до розвантаження операція – завантаження – поєднує в собі подачу, орієнтування та укладання вантажу в транспортний засіб.

Організація і технологія виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на складі залежить від виду вантажу, типу транспортного засобу, а також від наявності на складі засобів механізації.

Під час приймання за кількістю та якістю відбувається співставлення фактичних параметрів прибулого вантажу з даними, зазначеними в товарно- супровідних документах. На цьому етапі також відбувається документальне оформлення прибулого вантажу через внутрішню інформаційну систему складу.

Внутрішньоскладське транспортування передбачає переміщення вантажу між різними зонами і дільницями складу. Ця операція виконується за допомогою різних видів підйомно-транспортного обладнання.

Основним принципом операцій розміщення і укладання товарів на зберігання є раціональне використання площі і об'ємів складу з урахуванням специфіки конкретного способу складування (стелажного або штабельного). Для цього варто підібрати відповідне складське немеханічне обладнання, яке б також забезпечило оптимальні умови зберігання вантажу, та передбачити достатній простір під проходи і проїзди. Крім того, у більшості випадків важливе значення має врахування принципу товарного сусідства.

З метою раціоналізації руху товарних потоків на складі застосовується розміщення вантажів у т. зв. "гарячих" і "холодних" зонах, яке базується на застосуванні принципу Парето (рис. 1.4).

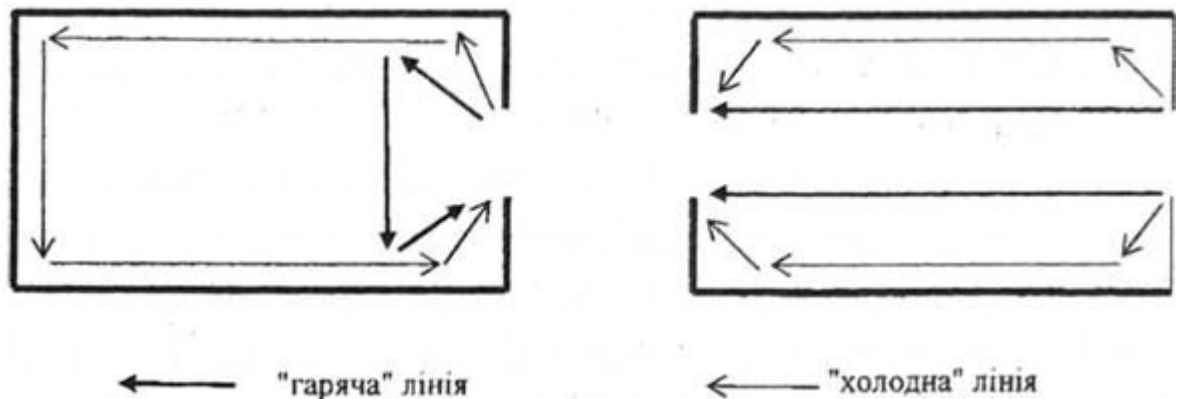


Рис. 1.4. Розташування "гарячих" і "холодних" зон на складі

При цьому товари, які користуються значним попитом і, відповідно, потребують частого поповнення запасів, розміщуються вздовж "гарячих" ліній. Також тут розміщують великогабаритні товари та товари без тари, переміщення яких потребує значних зусиль. Відповідно, товари, які користуються невисоким попитом, розташовуються в "холодних" зонах.

Під час зберігання повинен здійснюватися систематичний контроль за дотриманням відповідних температурних, вологісних режимів. Разом з цим враховуються терміни придатності окремих вантажів (з урахуванням норм втрат), попит на них і контролюється якість товарів, що зберігаються, та рівень, структура і рух наявних на складі запасів.

Відбір товарів із місць зберігання здійснюється на основі замовлень клієнтів складу. Ця операція може виконуватися з різним рівнем механізації і проводиться двома основними способами: відбирання цілого вантажного пакета та відбирання частини пакета без зняття піддона.

Процес комплектації замовлень зводиться до підготовки товарів до відправки клієнтам. Ця операція включає підбір товарів для окремих клієнтів відповідно до поданих ними замовлень, укладання товарів в тару чи на товароносій, документальне оформлення підготовленого замовлення, об'єднання замовлень клієнтів у партію відправки та оформлення транспортних накладних.

Транспортування й експедирування замовлень може проводитися силами складу (централізована доставка) або самим замовником (самовивіз). В процесі транспортування

може здійснюватися також збирання і доставка порожніх товароносіїв (піддонів, контейнерів, зворотної тари).

Крім виконання вищезазначеного переліку операцій, оптові підприємства забезпечують надання широкого спектру послуг, які умовно поділяються на:

- передпродажні – консультації, надання інформації про наявність товарів;
- послуги під час продажу – сортування товарів, повна перевірка якості, маркування, фасування і пакування, заміна замовленого товару, експедиторські послуги;
- післяпродажні – встановлення виробів, гарантійне обслуговування, забезпечення запчастинами і комплектуючими, заміна неякісної продукції.

Функціонально пов'язує усі зони і служби складу та забезпечує управління рухом потоків інформаційне обслуговування складу. Воно охоплює обробку вхідної документації, оформлення замовлень постачальникам, управління прийомом і відправкою товарів, контроль наявності товарів на складі, прийом замовлень клієнтів, оформлення відправної документації, підбір партій відвантаження, розробку раціональних графіків і маршрутів доставки товарів, обробку рахунків клієнтів, обмін внутрішньою інформацією на підприємстві, формування, обробку та зберігання статистичної інформації.

Розглянемо шляхи оптимізації логістичних процесів у складському господарстві.

Логістичний процес на складах умовно поділяється на три складові:

1. Операції, спрямовані на координацію роботи зі службою закупівель, які здійснюються в ході постачання запасами та завдяки контролю за здійсненням поставок.

2. Операції, що безпосередньо пов'язані з вантажопереробкою та оформленням відповідних документів (розвантаження, внутрішньоскладське переміщення, складування тощо).

3. Операції, спрямовані на координацію роботи зі службою продажу (збуту) – операції, пов'язані з контролем виконання замовлень і наданням послуг клієнтам.

Раціональне виконання логістичних операцій на складі є запорукою його економічної ефективності. Тому при організації логістичного процесу необхідно дотримуватися таких принципів:

- проводити раціональне планування складу з відповідним виділенням робочих зон і зон складування, що сприяє зниженню витрат і вдосконаленню процесу вантажопереробки;
- ефективно використовувати площу та об'єм складу, що дозволяє підвищити потужність складу;
- оптимально поєднувати використання універсального та спеціального обладнання;
- раціоналізувати маршрути внутрішньоскладських перевезень з метою запобігання нераціональних і зустрічних переміщень, скорочення транспортних витрат і збільшення пропускної спроможності складу;
- здійснювати унітизацію відвантажуваних партій і застосовувати централізований метод доставки, що дозволяє істотно знизити транспортні витрати;
- максимально використовувати можливості інформаційно-комунікаційних та комп'ютерних технологій при формуванні складської інформаційної системи, що дає змогу скоротити час і витрати, пов'язані з обміном інформацією та документообігом.

Існує кілька основних проблем, розв'язання яких дозволяє забезпечити успішне функціонування усього складського господарства. До них належать:

1. Вибір між власним або найманим складом. Критичним фактором економічності власного складу є його стабільно високий вантажо- і товарооборот. На власному складі краще підтримуються умови зберігання і контролю якості та збереженості продукції.

Керівництву фірми легше корегувати стратегію збуту та розширювати перелік пропонованих клієнтам послуг.

Найманим складам (складам загального користування) потрібно надавати перевагу у випадку невисоких оборотів фірми чи сезонності збереженого товару. Також доцільно обрати такий варіант, коли фірма виходить на новий ринок, де обсяги продажу ще невідомі. Наймані склади не потребують інвестицій фірми в їх розвиток, збільшується гнучкість щодо потреби в складській площі.

2. Визначення кількості складів і розміщення їх на полігоні обслуговування. Дрібні і середні фірми, які реалізують товари в одному або кількох прилеглих регіонах, як правило, обмежуються одним складом. Для великих фірм державного та міждержавного масштабу таке питання є досить гострим.

Територіальне розміщення складів і їх кількість визначаються потужністю матеріальних потоків і їх раціональною організацією, попитом на ринку збуту, масштабами регіону збуту та концентрацією на ньому споживачів, відносним розташуванням постачальників і покупців, особливостями комунікаційних зв'язків тощо.

Серед факторів, які безпосередньо впливають на кількість потрібних складів виділяють рівень обслуговування клієнтів, транспортне обслуговування, частоту і ритмічність поставок товарів.

3. Вибір розміру складу і місця його розташування. При визначенні складських потужностей необхідно враховувати вимоги, що пред'являються до умов і термінів зберігання конкретних матеріальних ресурсів, прогнози попиту на продукцію та визначення необхідних запасів (у натуральних показниках).

При виборі місця розташування складу з переліку конкурентоспроможних варіантів оптимальним вважається той, який забезпечує мінімум загальних витрат на будівництво та подальшу експлуатацію складу і транспортні витрати з доставки та відправлення вантажів.

4. Вибір системи і організація процесу складування.

Система складу, її елементи

Система складу – це певним чином організована сукупність взаємопов'язаних елементів, яка забезпечує оптимальне розміщення матеріального потоку на складі та раціональне управління ним.

Структуру системи складу утворюють техніко-економічна, функціональна та допоміжна підсистеми.

Техніко-економічна підсистема складається з сукупності елементів, що характеризують технічні та технологічні параметри складського господарства. Елементи функціональної підсистеми визначають процес вантажопереробки на складі. Допоміжна підсистема забезпечує інформаційно-комп'ютерну підтримку, правове, організаційно-економічне, екологічне, ергономічне забезпечення ефективного функціонування складського господарства. Їх взаємозв'язок продемонстровано на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Структура елементів системи складу

Структура системи складу проектується з урахуванням місця складу в логістичній системі, цілей і завдань її створення, номенклатури матеріального потоку, що обробляється. Організація зв'язків між елементами кожної підсистеми повинна забезпечувати всебічну інтеграцію усіх елементів системи складу, їх оперативну та надійну взаємодію.

1.4 Оптимізація розміщення вантажів на складі

Важливою задачею складської логістики є оптимізація траєкторії переміщення транспортних засобів та розміщення вантажів на складі.

Для вибору оптимального місця розташування транспортного засобу та вантажів на складі можна використовувати методи оптимізації розміщення розподільчих центрів. При цьому найчастіше використовуються наступні методи.

1. Метод повного перебору. Завдання вибору оптимального місця розташування вирішується повним перебором і оцінкою всіх можливих варіантів розміщення розподільчих центрів.

2. Евристичні методи. Цей метод заснований на попередньому відмову від очевидно неприйнятних варіантів. Досвідчений фахівець-експерт аналізує можливі варіанти розташування транспортного робота і виключає непридатні, на його погляд, варіанти. Залишаються лише спірні варіанти, за якими проводяться додаткові розрахунки.

3. Метод визначення умовного центру мас (використовується при наявності одного розподільного центру). Цей метод являє собою визначення координат умовного центру мас по двох осях і розрахунку сумарного пробігу.

Розглянемо приклад структури розподілу обладнання на гравітаційному складі (рис. 1.6).

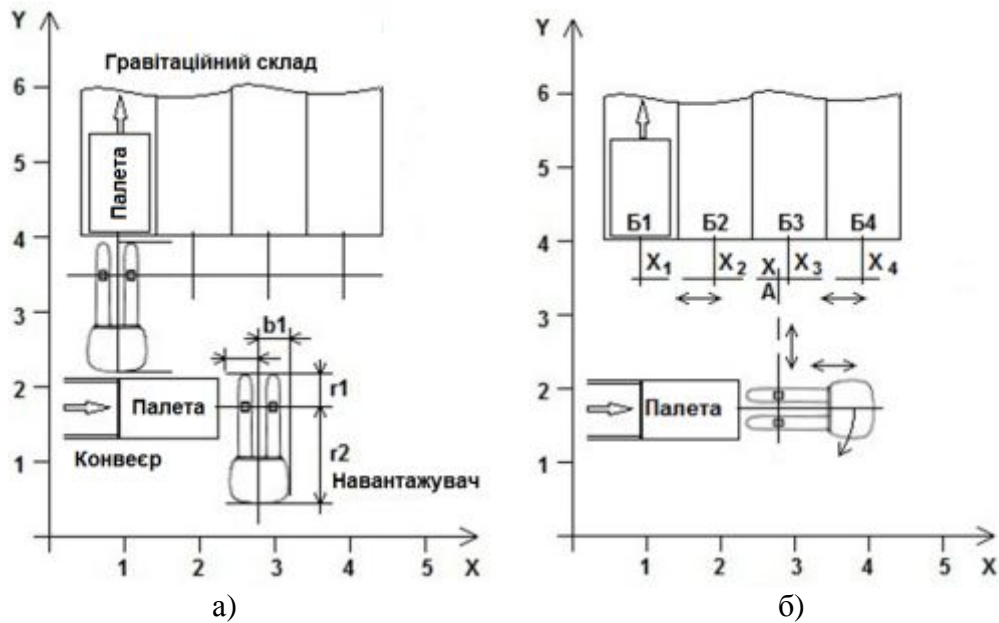


Рис.1.6. Структура розподілу обладнання на гравітаційному складі

За допомогою конвеєра на склад надходить 4 види продукції, встановленої на палетах, з різною величиною вантажопотоку G_i . Автоматизований навантажувач за допомогою системи ідентифікації, наприклад, шляхом розпізнавання штрих-коду, розподіляє цю продукцію між осередками гравітаційного складу.

Переміщення навантажувача по заданій траєкторії може здійснюватися за допомогою систем локальної і глобальної навігації, наприклад, з використанням лазерних гоніометрів, які дозволяють обчислити положення і орієнтацію мобільного робота на основі алгоритму триангуляції і забезпечують точність позиціонування порядку декількох сантиметрів.

При виборі траєкторії переміщення навантажувача необхідно враховувати оптимальне використання площі складу. У нашому випадку використовується один навантажувач, тому траєкторія руху являє собою пряму лінію, що проходить уздовж стелажа.

Для визначення взаємного розташування стелажа і конвеєра необхідно враховувати габаритні радіуси розвороту передньої і задньої частини навантажувача $r1$ і $r2$, а також ширину навантажувача $b1$ (рис. 1.6, а).

На рис. 1.6, б показано розподіл транспортної системи. Точки X_i визначають кінцеві точки переміщення навантажувача уздовж стелажа для установки на відповідні позиції B_i .

Завдання оптимізації зводиться до визначення положення X вихідної точки навантажувача A , яка забезпечує мінімальний сумарний шлях переміщення навантажувача з урахуванням величини вантажопотоку G_i для кожного виду продукції B_i .

Координата X оптимальної вихідної точки положення навантажувача A може бути знайдена за допомогою формули визначення центру ваги фізичної моделі системи розподілу.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (1.1)$$

Очевидно, що результат буде також залежати від розподілу окремих видів продукції на стелажі. Тут можна використовувати евристичний метод. Якщо виходити з мінімальної довжини конвеєра, то величина вантажопотоку для кожного виду продукції

повинна зменшуватися, починаючи з першої позиції. У цьому випадку довжина конвеєра буде мінімальною.

Для визначення мінімального шляху переміщення навантажувача необхідно перебрати варіанти розміщення продукції на стелажі (метод перебору), відкидаючи явно неприйнятні, наприклад, розміщення продукції з найбільшою величиною вантажопотоку по краях стелажа.

В цьому випадку визначається координата X для всіх варіантів розташування продукції і сумарний пробіг навантажувача з урахуванням величини вантажопотоку для кожного виду продукції. Якщо величина вантажопотоку G_i визначає число палет перевезеного за певний час для кожного виду продукції, то сумарний пробіг L_S з урахуванням шляху переміщення в кожену позицію стелажа L_{X-X_i} визначиться наступним чином.

$$L_S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot L_{X-X_i} \cdot 2. \quad (1.2)$$

Залишається вибрати мінімальне значення L_S для всіх варіантів розташування продукції.

Завдання до практичних занять

Здійснити визначення координати X оптимальної вихідної точки положення навантажувача A для таких вихідних даних

Для визначення мінімального шляху переміщення навантажувача необхідно перебрати варіанти розміщення продукції на стелажі (метод перебору), відкидаючи явно неприйнятні.

Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Вар. 1	G_i	40	35	20	10	5
	L_{X-X_i}	0	1	2	3	4
	L_S					
Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Вар. 2	G_i	30	25	15	15	10
	L_{X-X_i}	0	1	2	3	4
	L_S					
Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Вар. 3	G_i	25	25	15	10	5
	L_{X-X_i}	0	1	2	3	4
	L_S					

Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Var. 4	G_i	30	20	15	10	5
	L_{X-x_i}	0	1	2	3	4
	L_S					
Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Var. 5	G_i	35	30	25	15	10
	L_{X-x_i}	0	1	2	3	4
	L_S					
Параметр		Номер осередки стелажу «Б»				
		1	2	3	4	5
X_i		1	2	3	4	5
Var. 6	G_i	45	35	20	20	15
	L_{X-x_i}	0	1	2	3	4
	L_S					

Приклад розв'язання задач з теми заняття

Розглянемо, як буде змінюватися сумарний пробіг для різних варіантів складу, для транспортної системи, наведеної на рис. 1.6. Варіанти розташування транспортної системи наведені в табл.1.1. При цьому розглядалися різні варіанти розподілу продукції в осередках складу.

Варіант 1 розглядається як вихідний варіант. Величина вантажопотоку G_i зменшується, починаючи з першої позиції. Початкове положення навантажувача навпаки першого осередку ($X = 1$ м). Сумарний пробіг L_S для цього випадку становить 110 м.

Варіант 2. Величина вантажопотоку G_i зменшується, починаючи з першої позиції. Початкове положення навантажувача визначається за формулою (1.1) і становить $X = 1,92$ м. Сумарний пробіг L_S для цього випадку становить 91,6 м.

Варіант 3. Зміна величини вантажопотоку G_i для цього випадку показано на рис. 1.7 і в табл. 1.1. Початкове положення навантажувача визначається за формулою (1.1) і становить $X = 2,33$ м. Сумарний пробіг L_S для цього випадку становить 86,6 м.

Варіант 4. Зміна величини вантажопотоку G_i для цього випадку показано на рис. 1.7 і в табл. 1.1. Початкове положення навантажувача визначається за формулою (1.1) і становить $X = 2,58$ м. Сумарний пробіг L_S для цього випадку становить 91,6 м.

В результаті отримали, що варіант 2 і варіант 4 дають зменшення шляху пробігу на 17%, а варіант 3 на 21%.

Отримані значення X для кожного варіанта визначають необхідну довжину конвеєра, що дає можливість порівняти вартість різних варіантів вартості конвеєра і транспортних витрат.

Табл. 1.1. - Приклад варіантів розташування транспортної системи

Параметр		Номер осередки стелажу «Б»			
		1	2	3	4
X_i		1	2	3	4
Var. 1	G_i	25	20	10	5
	L_{X-x_i}	0	1	2	3
	L_S	110			

Вар. 2	G_i	25	20	10	5
	L_{X-Xi}	0,92	0,08	1,08	2,08
	L_S	91,6			
Вар. 3	G_i	10	25	20	5
	L_{X-Xi}	1,33	0,33	0,67	1,67
	L_S	86,6			
Вар. 4	G_i	5	25	20	10
	L_{X-Xi}	1,58	0,58	0,42	1,42
	L_S	91,6			

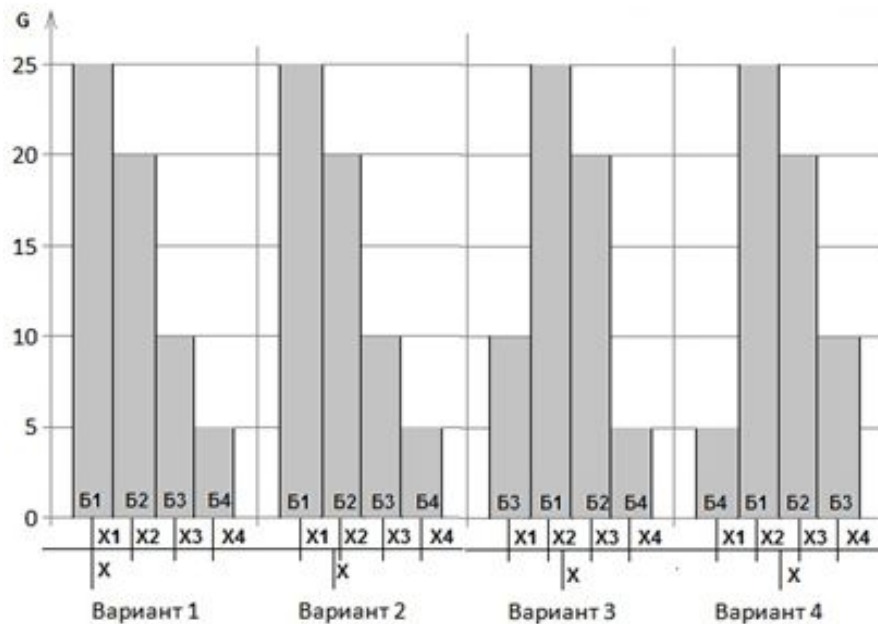


Рис.1.7. Варіанти розподілу продукції в осередках складу (варіант 1 - вихідний)

Контрольні запитання

1. Які види логістики виділяють за специфікою сфери функціонування?
2. Які функції виконують склади у логістиці?
3. За якими класифікаційними ознаками поділяють склади у логістиці?
4. З чого складається складське господарство?
5. Які основні завдання вирішує складська логістика?
6. З чого складається та у якій послідовності відбувається комплекс логістичних операцій?
7. На які складові можна поділити логістичний процес на складі?
8. Яких принципів треба дотримуватися при організації логістичного процесу?
9. З чого складається структура елементів системи складу?
10. Як здійснюється оптимізація розміщення вантажів на складі?

2 Склади в логістиці, їх види, функції та характеристики

2.1 Склади, їх визначення і види

Склади - це будівлі, споруди і різноманітні пристрої, призначені для приймання, розміщення та зберігання надійшли на них товарів, підготовки їх до споживання і відпуску споживачу.

Склад є елементом товаропровідного ланцюга, призначений для приймання, розміщення, зберігання, комплектації і видачі продукції і має необхідну для виконання цих функцій матеріально-технічну базу (будівлі, споруди, пристрої, тощо).

Склади складаються з будівель, споруд і різноманітних пристроїв, які призначені для приймання, розміщення та зберігання надійшли на них товарів, підготовки їх до споживання і відпуску споживачу.

Склади є одним з найважливіших елементів логістичних систем. Об'єктивна необхідність в спеціально облаштованих місцях для утримання запасів існує на всіх стадіях руху матеріального потоку, починаючи від первинного джерела сировини і закінчуючи кінцевим споживачем. Цим пояснюється наявність великої кількості різноманітних видів складів.

Склади розрізняють за такими ознаками:

- розміри складів: від невеликих приміщень, загальною площею в кілька сотень квадратних метрів, до складів-гігантів, що покривають площі в сотні тисяч квадратних метрів;
- по висоті укладання вантажів (існують склади з висотою укладання вантажів більше 24 м);
- по конструкції: склади можуть розміщуватися в окремих приміщеннях (закриті), мати тільки дах або дах і одну, дві або три стіни (напівзакриті) або розміщуватися на спеціально обладнаних майданчиках - так звані відкриті склади;
- по режиму зберігання, наприклад, склади може створюватися і підтримуватися спеціальний режим, наприклад, температура, вологість;
- по використанню: склад може призначатися для зберігання товарів одного підприємства (склад індивідуального користування), а може, на умовах лізингу, здаватися в оренду фізичним чи юридичним особам (склад колективного користування або склад-готель);
- за ступенем механізації складських операцій: немеханізовані, механізовані, комплексномеханізовані, автоматизовані і автоматичні.

В залежності від широти асортименту зберігається вантажу виділяють спеціалізовані склади, склади зі змішаним або з універсальним асортиментом

На рис.2.1 наведена класифікація складів за ознакою місця в загальному процесі руху матеріального потоку.



Рис.2.1. Класифікація складів за ознакою місця в загальному процесі руху матеріального потоку

На рис.2.2 наведена принципова схема кола складів на шляху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача.



Рис. 2.2. Принципова схема кола складів на шляху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача

2.2 Функції складів

Функції різних складів на шляху руху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача.

На складах готових виробів підприємств-виробників здійснюється складування, зберігання, подсортировка або додаткова обробка продукції перед її відправленням, маркування, підготовка до навантаження та вантажні операції.

Склади сировини та вихідних матеріалів підприємств-споживачів беруть продукцію, вивантажують, сортують, зберігають і готують її до виробничого споживання.

Склади оптово-посередницьких фірм у сфері обігу продукції виробничо-технічного призначення, крім перерахованих вище, виконують також наступні функції:

- забезпечують концентрацію товарів,
- додаткове комплектування продукції,
- добірку її в потрібному асортименті,
- організують доставку товарів дрібними партіями як на підприємства-споживачі, так і наклади оптових посередницьких фірм,
- здійснюють зберігання резервних партій.

Склади торгівлі, що знаходяться в місцях зосередження виробництва (вихідні оптові бази), приймають товари від виробничих підприємств великими партіями, комплектують і відправляють великі партії товарів одержувачам, які перебувають в місцях споживання.

Склади, розташовані в місцях споживання (торговельні оптові бази), отримують товари виробничого асортименту і, формуючи широкий торговий асортимент, забезпечують ними роздрібні торговельні підприємства. У той же час сукупність робіт, що виконуються на різних складах, приблизно однакова. Це пояснюється тим, що в різних логістичних процесахклади виконують наступні схожі функції:

- тимчасове розміщення і зберігання матеріальних запасів;
- перетворення матеріальних потоків;
- забезпечення логістичного сервісу в системі обслуговування.

Будь-який склад обробляє не менше трьох видів матеріальних потоків: **вхідний, вихідний, внутрішній** (рис. 2. 3).

Наявність **вхідного потоку** означає необхідність розвантаження транспорту, перевірки кількості та якості вантажу, що прибув.

Вихідний потік обумовлює необхідність навантаження транспорту.

Внутрішній потік визначає необхідність переміщення вантажу всередині складу.

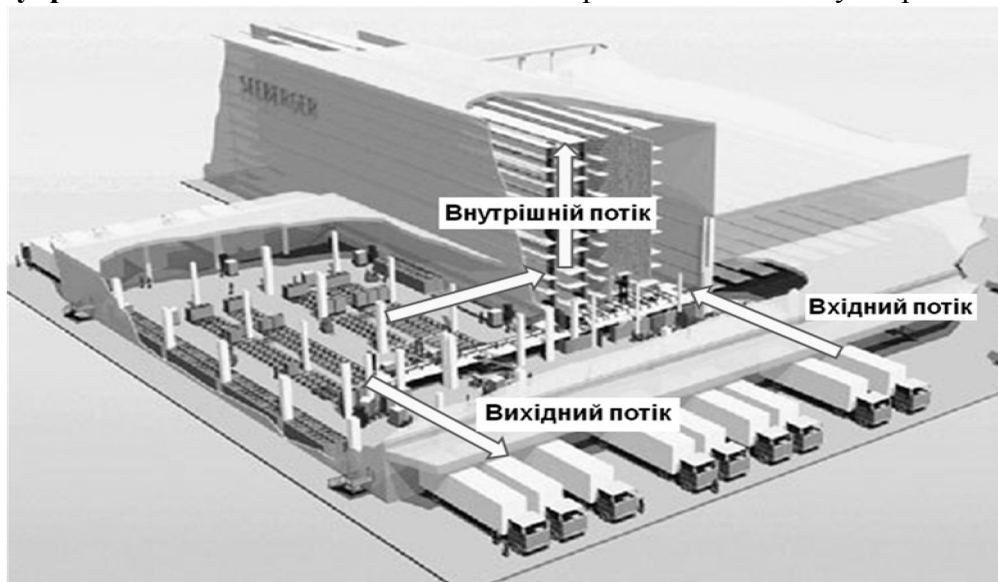


Рис. 2.3. Матеріальні потоки, які обробляє склад

Реалізація функції тимчасового зберігання матеріальних запасів означає необхідність проведення робіт з розміщення вантажів на зберігання, забезпечення необхідних умов зберігання, вилучення вантажів з місць зберігання. При цьому формується **внутрішній потік**.

Перетворення матеріальних потоків відбувається шляхом розформування одних вантажних партій або вантажних одиниць і формування інших.

Це означає необхідність розпакування вантажів, комплектування нових вантажних одиниць, їх упаковку, затарювання.

2.3 Характеристика складських операцій

Логістичні транспортні функції складів реалізуються в процесі здійснення окремих логістичних операцій.

В цілому комплекс складських операцій представляє собою наступну послідовність:

- розвантаження транспорту;
- приймання товарів;
- розміщення на зберігання (укладання товарів у стелажі, штабелі);
- комплектація, або комісування замовлень:
 - відбірка товарів з місць зберігання;
 - комплектування і пакування товарів;
- вантаження;
- внутрішньоскладське переміщення вантажів.

Найбільш тісний технічний і технологічний контакт складу з рештою учасників логістичного процесу має місце при здійсненні операцій з вхідним і вихідним матеріальними потоками, тобто при виконанні так званих вантажно-розвантажувальних робіт.

Ці операції визначаються наступним чином.

Розвантаження - логістична операція, що полягає у звільненні транспортного засобу від вантажу.

Навантаження - логістична операція, що полягає в подачі, орієнтуванні і укладанні вантажу в транспортний засіб.

Технологія виконання вантажно-розвантажувальних робіт на складі залежить від характеру вантажу, від типу транспортного засобу, а також від виду використовуваних засобів механізації (рис. 2.4).

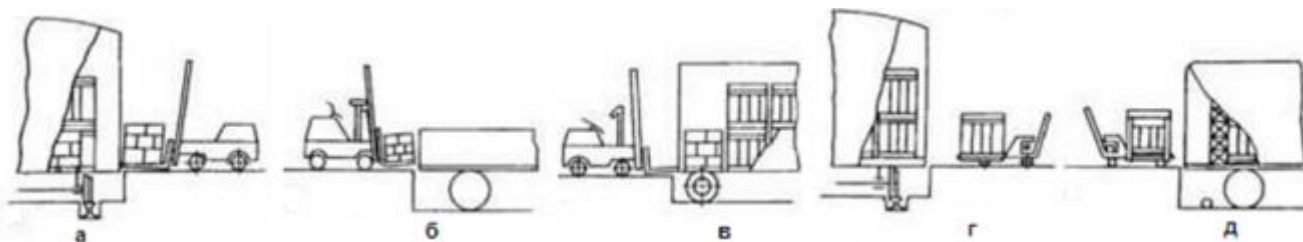


Рис. 2.4 Різні варіанти виконання вантажно-розвантажувальних робіт з тарно-штучних вантажів: а, б, в - механізованим способом; г, д - з допомогою засобів малої механізації

Наступною, істотною з точки зору сукупного логістичного процесу, операцією є приймання вантажів, що надійшли, за кількістю і за якістю.

Рішення по управлінню матеріальним потоком приймаються на підставі обробки інформаційного потоку, який не завжди адекватно відображає кількісний та якісний склад матеріального потоку.

В ході різних технологічних операцій у складі матеріального потоку можуть відбуватися несанкціоновані зміни, які носять імовірнісний характер, такі, як псування і розкрадання вантажів, наднормативний спад і ін.

Крім того, не виключені помилки персоналу постачальника при формуванні партій товарів, що відвантажуються, в результаті чого утворюються недостачі, надлишки, невідповідність асортиментного складу.

У процесі приймання відбувається звірка фактичних параметрів прибулого вантажу з даними товаросупровідних документів. Це дає можливість скорегувати інформаційний потік.

Проведення приймання на всіх етапах руху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача дозволяє постійно актуалізувати інформацію про його кількісний та якісний склад.

На складі прийнятий за кількістю і якістю вантаж переміщується в зону зберігання. Тарно-штучні вантажі можуть зберігатися в стелажах або в штабелях.

Наступна операція - відбірка товарів з місць зберігання може здійснюватися двома основними способами:

- відбірка цілого вантажного пакету:
- відбірка частини пакета без зняття піддона.

Ця операція може виконуватися з різним ступенем механізації (рис. 2.5).

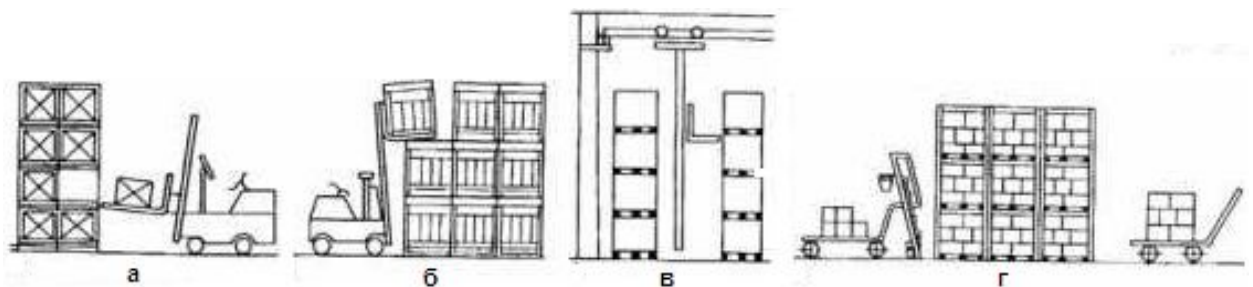


Рис. 2.5. Рівні механізації: а, б, в - механізована відбірка, г - операція відбірки за допомогою засобів малої механізації.

Розрізняють **статичні** і **динамічні** склади.

У висотних складах тарно-штучних вантажів відбірники в спеціальному стелажному підйомнику пересувається уздовж осередків стелажа, відбираючи необхідний товар. Такі склади називають статистичними (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Статистичний склад

Максимальна висота статичних складів становить зазвичай 12 м. Довжина стелажів вибирається довільно, але вважається оптимальним співвідношення 1:5.

Інший варіант відбірки реалізується в так званих висотних динамічних складах (рис. 2.7).

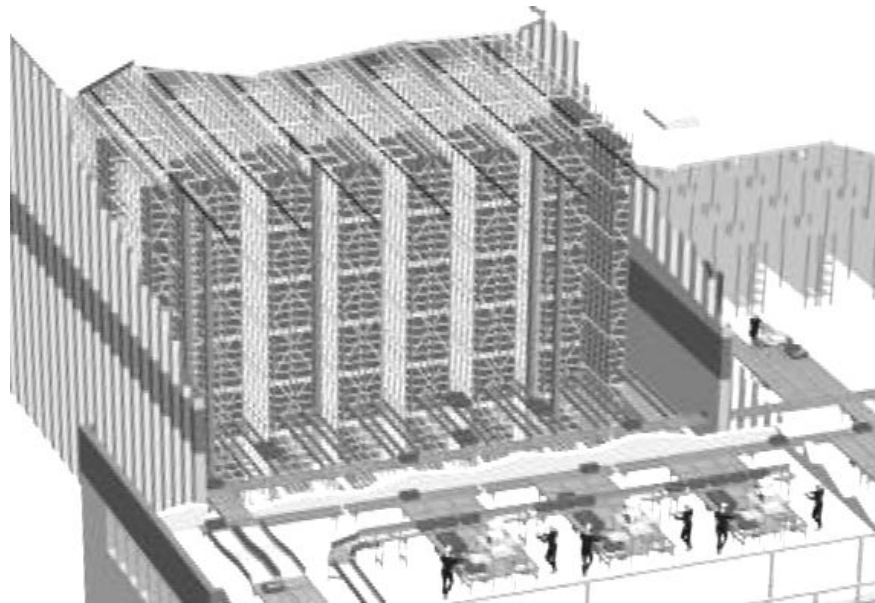


Рис. 2.7. Динамічний склад

В цьому випадку стелажна підйомник автоматично подається до осередку з необхідним вантажем. За допомогою телескопічного вилочного захоплення вантажний пакет виймається з місця зберігання і транспортується до робочого місця добирача. Необхідна кількість вантажу відбирається, решта подається назад на місце зберігання.

Динамічні склади звичайно крупніше статичних. Висота стелажів 16 - 24 м, але може досягати і 40 м. Довжина - аж до 150 м.

При розробці планувань складських приміщень необхідно дотримуватися таких основних вимог:

- максимально використовувати складські площі і обсяги;
- забезпечувати відповідність ширини проходів між технологічним обладнанням технічними характеристиками використовуваних механізмів;
- мати центральні проходи, що забезпечують вільний поворот в них напольно-транспортних засобів і зустрічний їх рух;
- розташовувати ділянки приймання з того боку складу, звідки відбувається основне надходження товарів, а ділянки комплектування - з того боку складу, звідки здійснюється основна відпустка товарів;
- робочі місця товарознавців-бракерів обладнати поблизу ділянки приймання, але в стороні від основних вантажопотоків, а завідувача складом - поблизу ділянки комплектування з можливістю максимального огляду складського приміщення;
- рух вантажопотоків повинно бути організовано з таким розрахунком, щоб зустрічні перевізники були зведені до мінімуму (за винятком складів з суміщеними ділянками приймання і відпустки вантажів);
- враховувати дотримання правил охорони праці, техніки безпеки і протипожежної безпеки.

2.4 Обладнання та машини складів

Обладнання і машини складів поділяються на:

- обладнання для зберігання матеріалів,
- підйомно-транспортні пристрої;
- додаткове обладнання.

Обладнання для зберігання матеріалів.

Обладнання для зберігання матеріалів поділяють на такі види:

- обладнання для зберігання штучних і затарених матеріалів та виробів;
- обладнання для зберігання сипучих матеріалів;
- обладнання для зберігання наливних матеріалів.

Обладнання для зберігання штучних і затарених матеріалів та виробів:

- стелажі,
- піддони,
- контейнери,
- складська уніфікована тара та інші.

Застосування цього устаткування сприяє більш повному використанню обсягів складських приміщень, впровадженню комплексної механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних і складських робіт, забезпечення кількісної та якісної збереження матеріальних цінностей (рис. 2.8).

Основні вимоги, що пред'являються до устаткування для зберігання матеріалів:

- бути легко доступним і зручним при укладанні і виїмці матеріалів і виробів, конструктивно простим, легким, дешевим, з метою швидкого монтажу бути збірно-розбірних;
- дозволяти вести чіткий і достовірний облік наявності та руху конкретних видів матеріалів та виробів;
- мати систему уніфікації розмірів для здійснення серійного виробництва і спрощення робіт, пов'язаних з монтажем;
- забезпечувати збереження матеріальних ресурсів без зміни їх якості; створювати оптимальний рівень складських запасів, максимально використовувати обсяги складів;
- прискорювати оборотність матеріальних ресурсів на складах, забезпечувати охорону праці, техніку безпеки та протипожежну безпеку в складському господарстві.

Для зберігання сипучих матеріалів використовують таке обладнання:

- бункери (наземного, підземного і напівпідземного розташування),
- засіки (дерев'яні, металеві, залізобетонні),
- щити огороження.

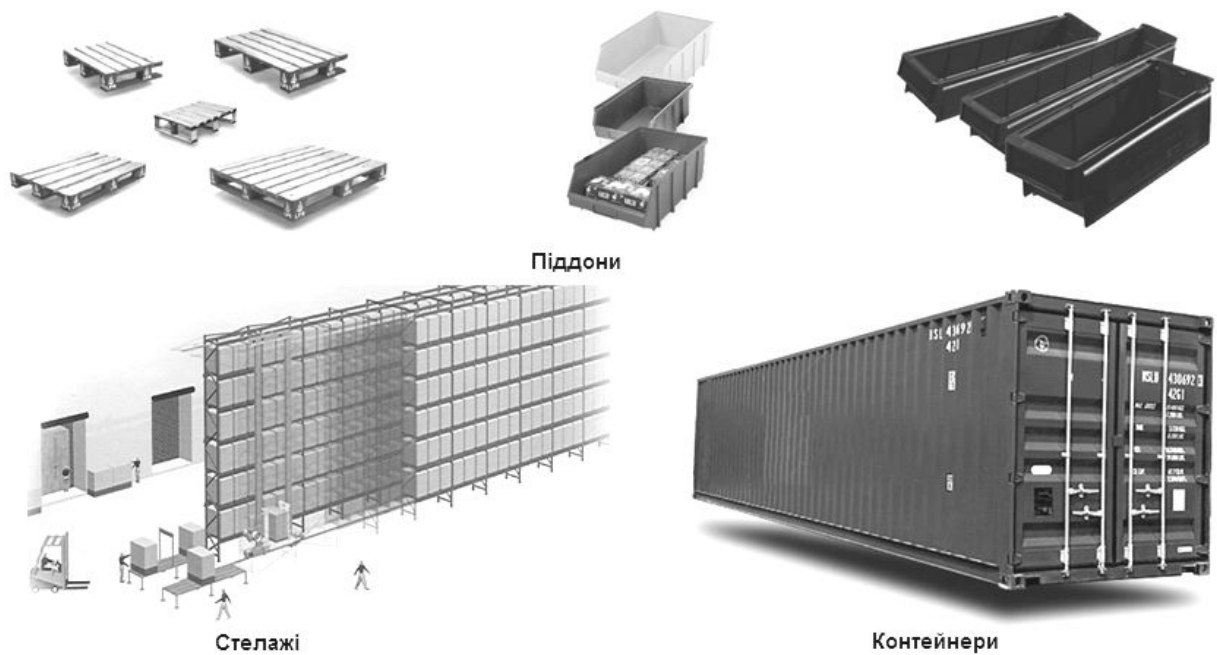


Рис. 2.8. Обладнання для зберігання матеріалів

Для зберігання наливних матеріалів використовують наземні, підземні, напівпідземні та підводні резервуари.

Підійомно-транспортні машини і механізми.

Підійомно-транспортні машини і механізми на складах забезпечують механізацію основних складських операцій: підйому вантажу, переміщення, укладання в стелажі, штабелі та вилучення з них.

Складські роботи вважаються механізованими, якщо всі основні операції виконуються машинами, а допоміжні роботи (відкривання і закривання дверей вагонів, бортів автомобілів, ящиків тари тощо) і управління механізмами і машинами здійснюються вручну.

При комплексної механізації вручну здійснюється тільки управління, а основні і допоміжні роботи виконуються за допомогою взаємодіючих між собою машин і механізмів. Автоматизація складських робіт забезпечує роботу повністю, включаючи управління, без втручання людини, при цьому забезпечується комп'ютерна обробка інформації.

За часом дії підійомно-транспортні машини, які здійснюють механізацію складських робіт, діляться на дві основні групи: періодичної (циклічної) дії та безперервної дії (рис.2.10).



Машины періодичної дії



Машины безперервної дії

Рис. 2.10. Підйомно-транспортні машини

Відміною машин періодичної дії є те, що транспортний засіб переміщуються разом з вантажем і траєкторія його переміщення може змінюватися.

До машин періодичної дії відносять навантажувачі, крани, ліфти, штабелери, самохідні механічні візки.

У машин безперервної дії вантаж переміщується у незмінних напрямках, які визначаються самим транспортним засобом.

До машин безперервної дії на складах відносяться конвеєри та елеватори.

В якості компонентів автоматизації складських робіт застосовуються різного роду маніпулятори і роботи (рис.2.11).

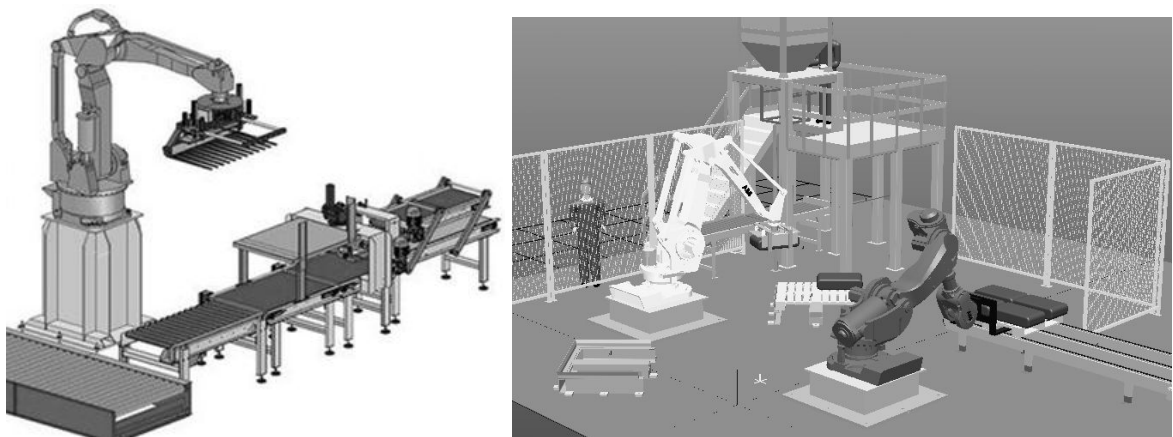


Рис. 2.11. Маніпулятори і роботи для виконання підйомно-транспортних операцій

Маніпулятори і роботи забезпечують виконання підйомно-транспортних операцій зі штучними вантажами, завантаження і розвантаження технологічного обладнання, перевантажувальні складські операції і обслуговування конвеєрів в закритих опалювальних приміщеннях з неагресивними середовищами, номінальним рівнем запиленості.

Додаткове обладнання призначене для ідентифікування вантажу, а також визначення його стану та параметрів, наприклад, таких як вага, та виконання додаткових технологічних функцій, наприклад, комісування.

Ваговимірювальне обладнання.

Для визначення ваги вантажів на складах використовують різні ваги, а саме, стаціонарні автомобільні ваги; товарні циферблатні ваги; товарні ваги з гилями; настільні цифрові ваги, конвеєрні ваги.

Для ідентифікування **вантажів** на складах використовують різні системи ідентифікації, наприклад, різні штрихові, двомірні, матричні коди, а також стаціонарні і ручні системи зчитування кодів.

Важливою функцією складів є **комісіонування** або підбір товару на замовлення покупця, для здійснення якої використовується різне обладнання.

Під комісіонуванням слід розуміти операції поділу однорідних одиниць вантажу (збережених на складі) на менші і складання з них збірних неоднорідних одиниць вантажу відповідно до замовлень клієнтів. Цей процес являє собою елемент всієї складської системи і входить до складу підсистеми розподілу.

Відповідно до визначення системи комісіонування служать для підготовки, відбору і комплектації матеріалів відповідно до замовлень клієнтів.

Замовлення на комісіонування може охоплювати як зовнішнє замовлення, так і комплексний внутрішній замовлення, що складається з декількох зовнішніх замовлень.

В даний час розроблено цілий ряд різних технологій комісіонування, що дозволяють істотно скоротити часові та трудові витрати на процес підбору замовлень.

Підбір по світловому сигналу (Pick-by-Light).

Підбір по голосовому сигналу (Pick-by-Voice).

Підбір за допомогою автoвантажувачів з лазерним управлінням (LaserTrucks), тощо.

Автоматизовані транспортно-складські системи.

Автоматизовані склади - сучасне складське рішення для зберігання широкої номенклатури товарів, контролю продукції, її ідентифікації та транспортування. Швидкість переміщення продукції в системі, високий ступінь автоматизації, зручне розміщення і швидкий пошук товару є основними перевагами автоматизованого складу.

Автоматичні системи складування мають безліч модифікацій, завдяки чому автоматизований склад може розміститися в будь-якому приміщенні, як у вже готовому приміщенні, так і незапланованому під склад. Автоматизовані висотні склади широко застосовуються в різних галузях промисловості, в оптовій і роздрібній торгівлі, на митних терміналах.

Автоматизований склад найчастіше представляє собою сукупність стелажних конструкцій (висотні стелажі) і автоматичного крана-штабелера (транспортера), що виконує операції із завантаження та розвантаження зберігається продукції без участі людини, що дозволяє усунути помилки в роботі, до яких зазвичай призводить людський фактор (рис. 2.3). Така автоматизована система складування дозволяє максимально використовувати простір складського приміщення.

Автоматизований склад вимагає мінімальної кількості часу на установку, що дозволяє скоротити період окупності всього проекту. Попередньо збираються самонесучі

стелажі на землі, потім проводиться їх подальше монтаж на бетонному фундаменті, а одночасно з цим відбувається внутрішнє оснащення висотного складу.

На складах використовуються різні системи керування, що включають пристрої керування окремих компонентів, таких як, наприклад, навантажувачі, конвеєри, штабелери, пристрої керування різних логістичних систем, таких як, наприклад, транспортно-складські системи.

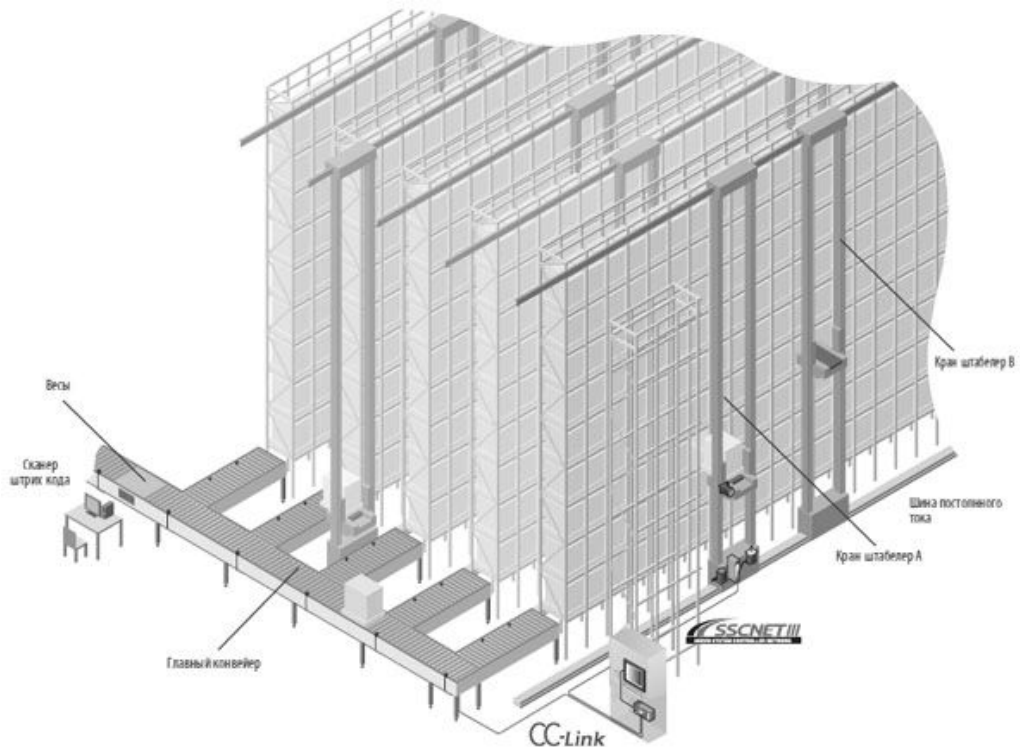


Рис. 2.3. Автоматизований склад

Крім того є **системи керування високого рівня**, які забезпечують взаємодію усіх складових частин автоматизованих складів, а також визначають інформацію про наявність та переміщення вантажів на складі.

Програмне забезпечення для завдань логістики включає системи управління складом (WMS) і управління транспортом (TMS).

Вони часто є компонентами комплексних систем управління виробництвом, наприклад, системи SAP R/3 .

Контрольні запитання

1. Для чого використовують склади в логістичних системах та за якими ознаками їх розрізняють?
2. Як можна поділяти склади за ознакою місця в загальному процесі руху матеріального потоку?
3. Які види матеріальних потоків обробляє склад?
4. З якої послідовності виконуються складські операції?
5. Чим відрізняються статичні і динамічні склади?
6. Як поділяються обладнання і машини складів?
7. Що таке вантажна одиниця?
8. Для чого використовують системи ідентифікації?
9. Для чого використовують технології комісіонування?
10. З чого складаються автоматизовані транспортно-складські системи?

3 Обладнання для зберігання матеріалів

3.1 Основні види обладнання для зберігання матеріалів

Обладнання для зберігання матеріалів поділяють на таке:

- обладнання для зберігання тарно-штучних вантажів;
- обладнання для зберігання навалювальних і насипних вантажів;
- обладнання для зберігання наливних вантажів.

За видами ємностей:

- закриті;
- напівзакриті;
- відкриті.

По конструкції:

- стелажі;
- піддони (штабельного або стелажного зберігання);
- контейнери;
- спеціальні пристрої.

За матеріалом виготовлення:

- металеве;
- пластикове;
- дерев'яне;
- комбіноване.

3.2 Обладнання для зберігання тарно-штучних вантажів

Для зберігання штучних і затарених матеріалів та виробів обладнання:

- стелажі (універсальні - поличні, клітинні, ящикові стелажі, рольганги, спеціалізовані для зберігання певних видів матеріалів і виробів),
- піддони (плоскі, ящикові, в стійку, спеціальні),
- контейнери (універсальні та спеціальні),
- складська уніфікована тара та інші.

Стелажі, визначення та класифікація

Стелаж - пристрій для зберігання предметів і матеріалів, що складається з багатоярусних настилів, укріплених на стійках. Сучасні стелажі орієнтовані для мінімізації займаної площі і оптимізації доступу до збережених предметів і матеріалів.

За типом пристрою розподіляють (рис. 3.1):

- **вантажні (фронтальні) стелажі** - використовуються для зберігання вантажів на стандартних піддонах, у контейнерах різних модифікацій і розмірів, а також на металевих сітчастих і фанерних настилах;
- **набивні (глибинні) стелажі** - використовують, якщо потрібно максимально заощадити місце на складі, основна особливість набивних стелажів полягає в тому, що піддони поміщають углиб конструкції.
- **консольні стелажі** - застосовуються для зберігання довгомірних вантажів (дошки, профілі, труби, кутник, брус та інші);
- **гравітаційні (роликові) стелажі** — це стелажна система, яка використовується для складування продукції на роликових доріжках, які розташовані під кутом 3-5% до горизонту;
- **універсальні стелажі** - поличкові стелажі, які застосовуються як складські, пересувні, офісні та архівні стелажі.

Вантажні (фронтальні) стелажі

Вантажні (фронтальні) стелажі (рис. 3.1) застосовуються для зберігання палетованих вантажів з урахуванням доступу до кожної клітинки в будь-який момент. При необхідності використовуються стелажі з подвійною завантаженням в глибину.



Рис. 3.1. Вантажні (фронтальні) стелажі

Фронтальні стелажі можуть бути до 12 м у висоту, а при використанні вузькопрохідних технологій зберігання висота може бути збільшена до 14 м.

Палетні стелажі цього типу можуть використовуватися для багатоярусного зберігання будь-яких вантажів, розміщених не тільки на стандартних піддонах, але і в контейнерах різних модифікацій і розмірів.

Існує кілька типів фронтальних стелажів:

- широкопрохідні фронтальні стелажі;
- вузькопрохідні фронтальні стелажі;
- стелажі «подвійний глибини»;
- пересувні фронтальні стелажі.

Широкопрохідні фронтальні стелажі це фронтальні стелажі з широкими проходами (2,5 - 3,5 м) (рис. 3.2, а).

Це найпростіша і доступна за ціною, а тому й найпоширеніша схема установки стелажів. Вона не накладає обмежень на тип використовуваної складської техніки, але відрізняється низьким ступенем використання площі складу (зазвичай близько 40% від загальної площі). Така схема розстановки стелажів дозволяє отримати доступ до всіх одиницям зберігання.

Вузькопрохідні фронтальні стелажі це фронтальні стелажі з вузькими проходами (1,5-1,9 м) (рис 3.2, б).

Це з одного боку, істотно підвищує використовувану площу складу, а з іншого боку змушує використовувати такий дорогий тип техніки, як вузькопрохідний штабелер або річтак. Річтраки і вузькопрохідні штабелери можуть обслуговувати одночасно два

стелажа, що разом з їх високою продуктивністю істотно збільшує вантажообіг складу. Цей тип розстановки стелажів зазвичай використовується в тих випадках, коли вартість площі складу висока, є можливість встановити високі стелажі, необхідно забезпечити високий вантажообіг на складі при високій номенклатурі вантажів.

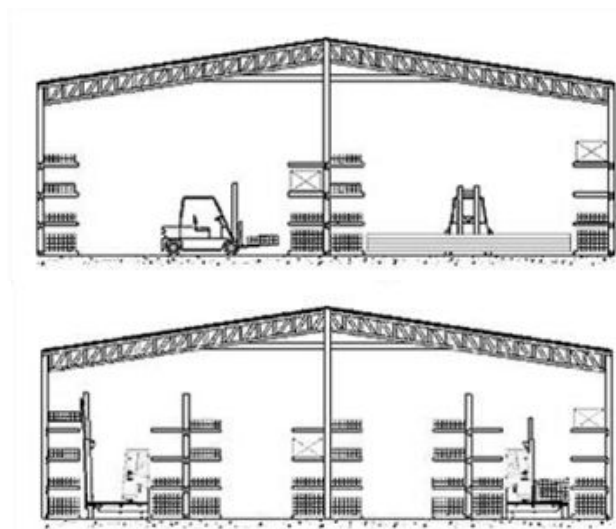


Рис. 3.2. широкопрохідні фронтальні стелажі (а), та вузькопрохідні фронтальні стелажі (б)

Фронтальні стелажі «подвійний глибини» це тип розстановки фронтальних стелажів, що застосовується в тому випадку, коли звичайна широкопрохідна схема не може забезпечити необхідної корисної площі складу (за рахунок збільшення щільності розміщення стелажів така схема підвищує корисну площу складу). Конструктивно це фронтальні стелажі розставлені по 2. Для обслуговування таких стелажів потрібно штабелер або виловний навантажувач з телескопічними вилами. Телескопічні вила дозволяють діставати палети з далекого стелажу крізь ближній. Але палету, що знаходиться на висунутих телескопічних вилах важче врівноважити, тому доводиться зменшувати масу палет, що знаходяться на «внутрішніх» стелажах. Доступ до палет, що знаходяться на внутрішніх стелажах обмежений, що є істотним недоліком даної схеми розстановки стелажів. Так само страждає швидкість обробки вантажів і вантажообіг складу.

Пересувні фронтальні стелажі це фронтальні стелажі, встановлені на рухомі опори, що переміщуються по спеціальних рейках за допомогою електричного приводу пересування. При такій схемі розстановки стелажів, між ними залишається всього один прохід, але завдяки рухливим опор, можна зрушити стелажі так, щоб відкрити доступ до цікавого для нас стелажу та осередку зберігання. Пересувні фронтальні стелажі з одного боку відкривають доступ до будь-якої одиниці зберігання та забезпечують дуже високий коефіцієнт використання складу, а з іншого боку володіють високою вартістю, енергоспоживанням і вимагають установки спеціальних систем управління та систем безпеки.

Набивні (глибинні) стелажі - використовують, якщо потрібно максимально заощадити місце на складі (рис. 3.3).

Основна особливість набивних стелажів полягає в тому, що піддони поміщають углиб конструкції. Оскільки проходів між секціями немає, складська техніка, завантажуючи стелаж, працює безпосередньо всередині стелажній системи. Тому такий вид стелажів ще називають «в'їзні стелажі». Набивні стелажі призначені, в основному, для тривалого зберігання товару одного виду, що дозволяє оптимально використовувати об'єм

стелажа і корисну площу складу. Такі стелажі також незамінні при блочному складуванні, коли товар занадто крихкий, щоб встановлювати піддони один на одного.

Набивні стелажі бувають глибинними або прохідними. Класичні глибинні стелажі наповнюються товаром вглиб (саме через це вони так і називаються), а завантаження і вивантаження вантажу можлива тільки з одного боку. Набивні стелажі можуть мати і наскрізну конструкцію. В цьому випадку завантаження може відбуватися з одного боку стелажної системи, а вивантаження - з іншого. Ці стелажі отримали назву «прохідних», і, за рахунок того, що робота може здійснюватися одночасно з двох сторін стелажа, істотно скорочує час обробки вантажу.

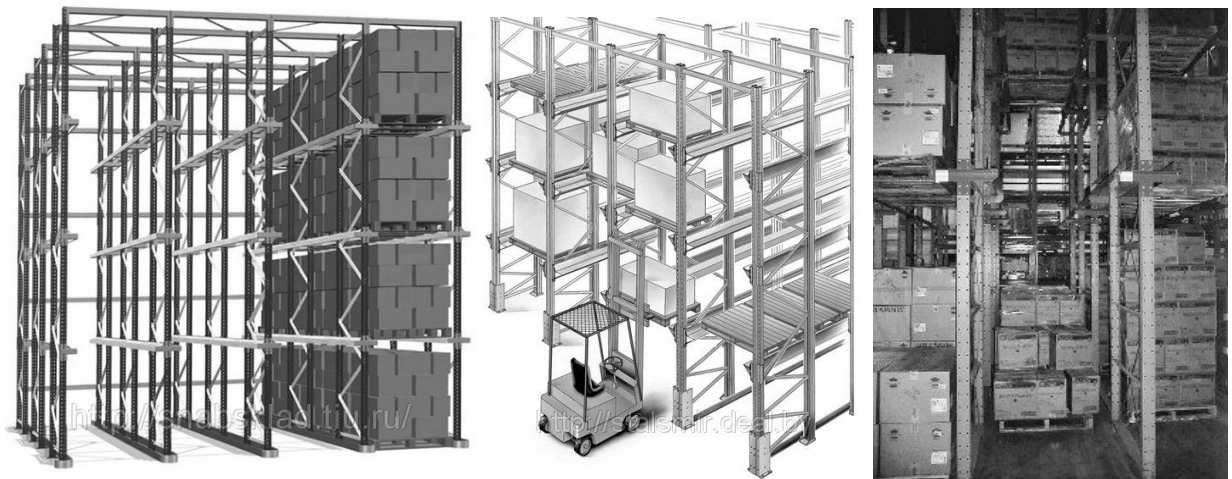


Рис. 3.3. Набивні (глибинні) стелажі

Набивні (в'їзні) стелажі, складаються з вертикальних стійок і горизонтальних напрямних. Вони монтуються за допомогою болтових з'єднань, які надають додаткову жорсткість і необхідну стійкість всієї конструкції. А перфорація стійок через невеликі відстані по всій її довжині дає можливість розмістити напрямні на тій відстані один від одного, яке необхідно в даний момент. Вся стелажна система є збірно-розбірний, тому її вигляд і тип може змінюватися в залежності від габаритів вантажу і особливостей роботи кожного конкретного складу.

В основу набивного (глибинного, тунельного, drive-in) багаторярусного стелажа закладена жорстка каркасна конструкція складається з рам, що направляють елементів (траверс), кронштейнів для кріплення напрямних елементів і системи огорож для запобігання ушкоджень конструкції стелажа, т.к. штабелери, навантажувачі та інше підйомне устаткування в'їжджають в саму конструкцію стелажа при виконанні робіт пов'язаних із зберіганням та обробкою вантажів.

Набивні (глибинні, тунельні, drive-in) стелажі для піддонів реалізують високий ступінь заповнення складу (до 60-80% від загальної площі), наприклад, в порівнянні з фронтальними стелажими для зберігання піддонів (40-60% від загальної площі складу), за рахунок зменшення кількості міжстелажних проходів, тому що обробка вантажів відбувається всередині самої стелажної конструкції набивного стелажа.

Ширина проходів ("коридорів") 1400 мм, але змінюється в залежності від розмірів піддону.

Набивні (глибинні, тунельні, drive-in) стелажі для піддонів найбільш затребувані при зберіганні однотипних вантажів з некритичними термінами зберігання.

Гравітаційний (роликівий) стелаж — це стелажна система, яка використовується для складування продукції на роликівих доріжках, які розташовані під кутом 3-5% до горизонту.

Гравітаційні стелажі для палет представляють компактну систему зберігання, використання якої дозволяє зменшити кількість проходів, звести їх до мінімуму. Основними елементами гравітаційних стелажів для палет є рами і роликіві направляючі, так само комплектуються направляючими (траверсами) і системами гальмування (барабанами, огорожами).

Принцип дії гравітаційних стелажів наведений на рис. 3.4.

Даний вид стелажів незамінний при економії площ складу та для складів з невеликим товарним асортиментом. Застосування гравітаційних стелажів для зберігання палетованого вантажу дозволяє використовувати до 90% складської площі.

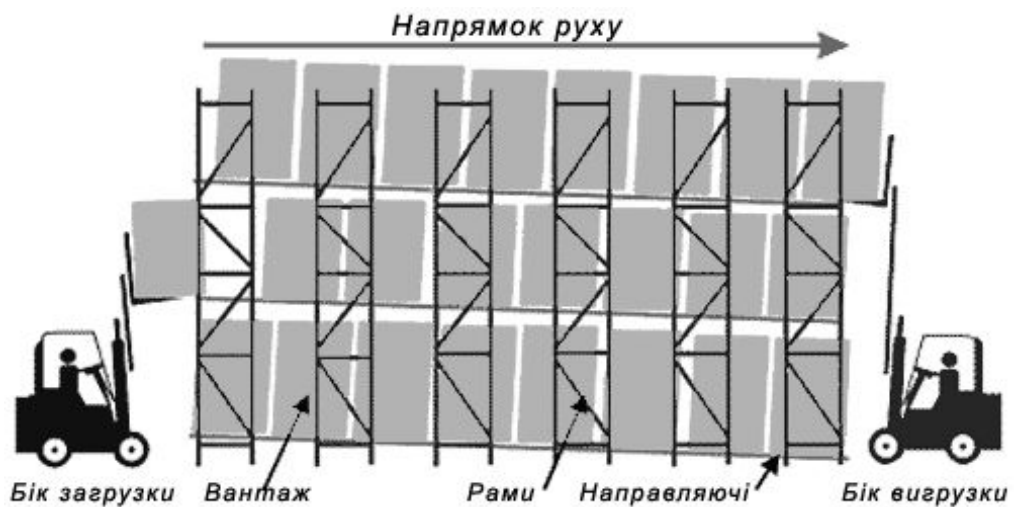


Рис. 3.4. Принцип дії гравітаційних стелажів

Палети під дією сили тяжіння заповнюють порожні клітинки, переміщаючись по роликівим направляючим самостійно, що економить час на обробку вантажів.

Палета повільно скочується із зони завантаження в зону зберігання, а із зони зберігання в зону розвантаження по роликівим направляючим з кутом 3-5 градусів (рис. 3.5).

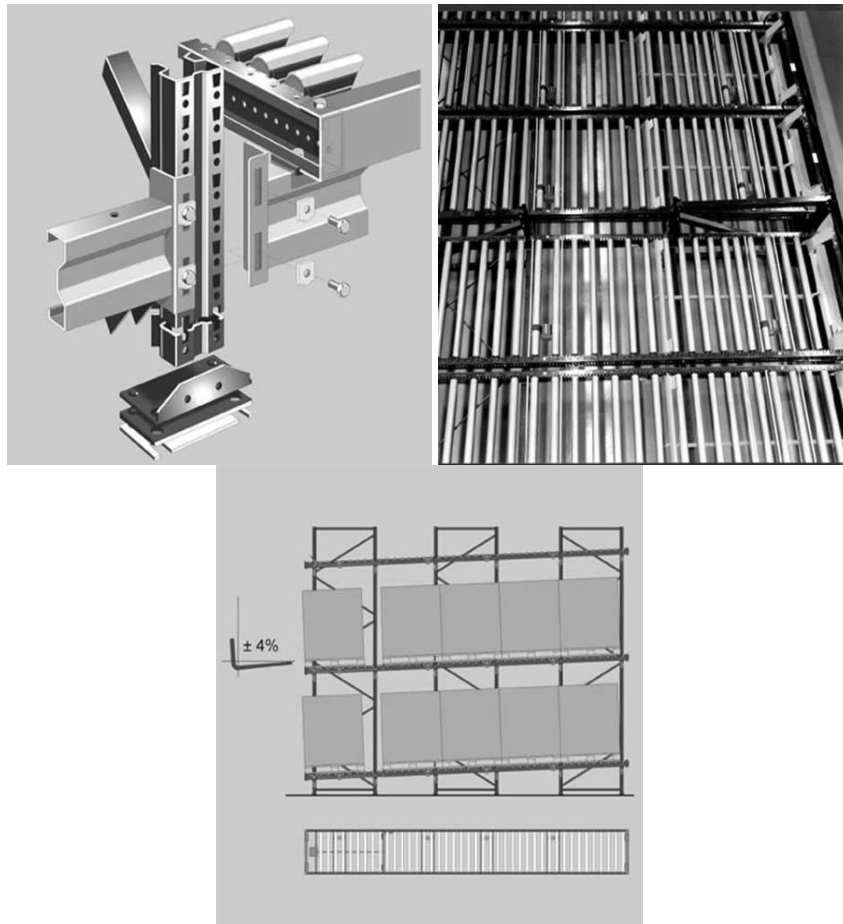


Рис. 3.5. Роликові направляючі гравітаційних стелажів

Гальмівні барабани дозволяють контролювати швидкість ковзання піддонів, а рейки центрування, коректують положення піддону при завантаженні. Гальмівні огороження дозволяють зупинити піддон на виході з осередку.

Гравітаційні стелажі для палет застосовуються для зберігання і обробки великої кількості однорідних вантажів. Роботи із завантаження та відвантаження палет можуть здійснюватися одночасно.

Консольні стелажі є найкращим рішенням для складування довгомірних або громіздких вантажів (рис. 3.6).

Можливості конструкції даних стелажів дозволяють зберігати безліч вантажів різних по масі і габаритним розмірам, починаючи від легких пластмасових куточків, профілів, деревних панелей і плит до масивних рулонів, сталевих труб, двотаврів і швелерів.

Стелажі мають фронтальне завантаження-розвантаження та виготовляються для одно- або двостороннього використання.

Конструкція консольних стелажів наведена на рис. 3.7.



Рис. 3.6. Консольні стелажі

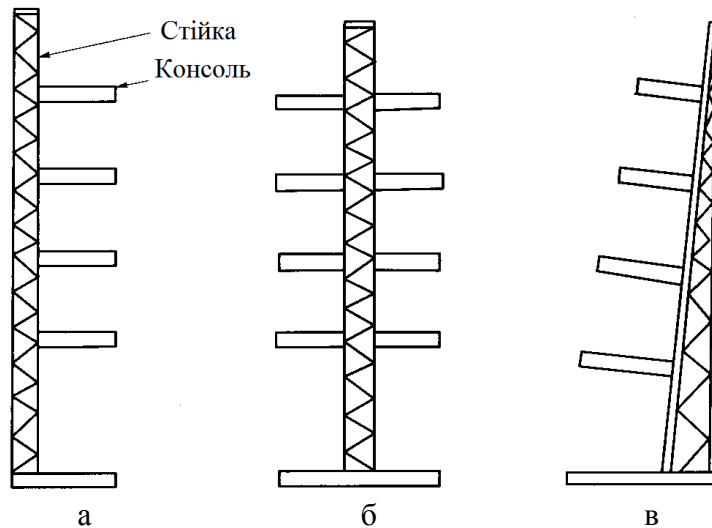


Рис. 3.7. Конструкція консольних стелажів:

- а - односторонній консольний стелаж,
- б - двосторонній консольний стелаж,
- в - односторонній стелаж з похилими консолями.

Конструкція стелажів збірно-розбірна, збирається з окремих елементів (стійка, консоль, співпрацівники система) і набирається в одну лінію будь-якої довжини, з будь-якою кількістю секцій.

Всі елементи виготовлені з прокатних металевих профілів.

Сійки стелажу і кронштейни консолей мають перфорацію у вигляді отворів, що дозволяє змінювати висоту розташування консолей з кроком 50мм.

Регульовані консолі дозволяють досить просто пристосуватися до різних висоті складування з навантаженням на консоль до 1500 кг.

Стелажі пофарбовані порошковими полімерними фарбами.

Піддони. Для підвищення ефективності складів використовується штабельное зберігання товарів, покладених на піддони (рис. 3.7).

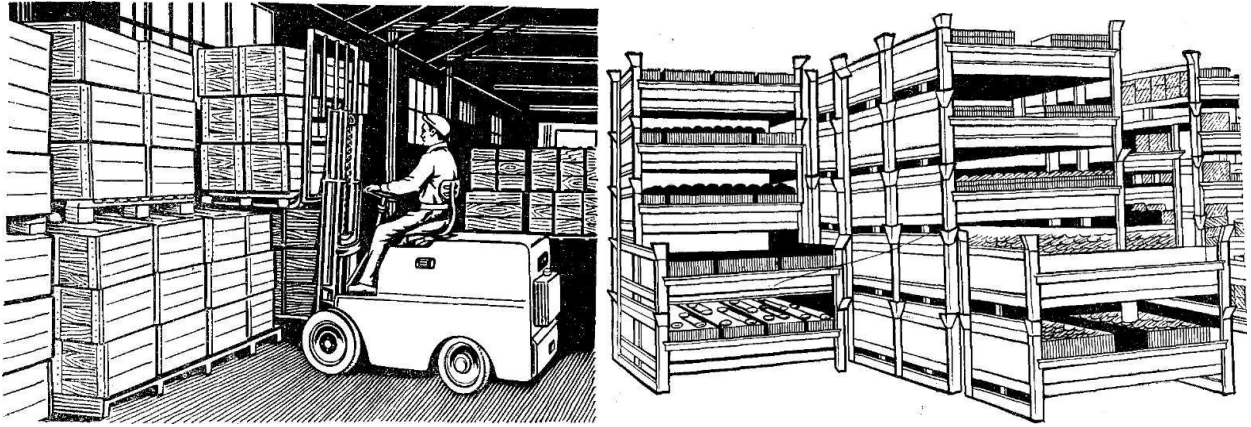


Рис.3.8. Штабельное зберігання товарів, покладених на піддони

З покладених на піддони товарів формують вантажні пакети, однакові за формою і обсягом, незалежно від розмірів одиначної споживчої упаковки.

Залежно від конструкції піддони поділяють на (рис. 3.8):

- плоскі;
- стійкові;
- скринькові.

Плоскі піддони виготовляють одно- і двухнастільними. Однонастільний піддон має тільки вантажний майданчик і спирається на підлогу брусами по всій ширині або стійками по кутах. Застосовують для транспортування тарно-штучних і пакетованих вантажів.

Стойкові піддони відрізняються від плоских тим, що вони мають стійки, які дозволяють робити багаторусне укладання піддонів для товарів, які легко пошкоджуються, і призначені, наприклад, для пакетування і зберігання напоїв у пляшках.

Скринькові піддони використовують для дрібноштучних товарів і товарів, що легко пошкоджуються, які не можуть бути покладені на плоскі і стійкові піддони.



Рис. 3.8. Різні типи піддонів

Контейнери найчастіше використовують для зберігання дрібних товарів та товарів, що легко пошкоджуються (рис. 3.9). В залежності від конструкції контейнерів вони можуть зберігатися на полицях або шляхом штабелювання.

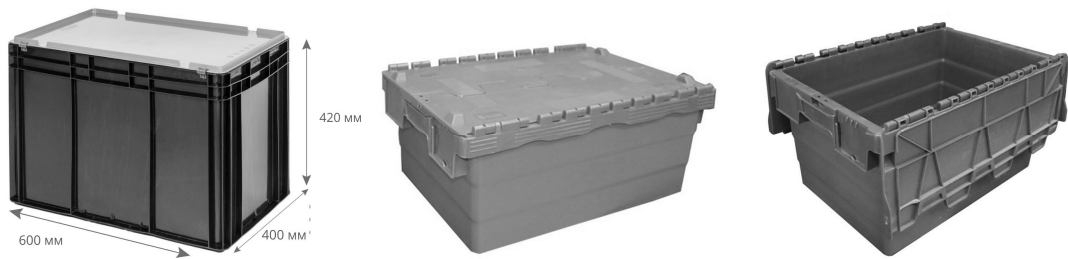


Рис. 3.9. Контейнери найчастіше використовують для зберігання товарів



Рис. 3.10. Зберігання контейнерів на полицях (а) або шляхом штабельовання (б)

3.3 Обладнання для зберігання навалювальних, насипних і наливних вантажів

Для зберігання сипучих матеріалів використовують таке обладнання:

- бункери,
- засіки (дерев'яні, металеві, залізобетонні),
- щити огороження.

Бункер - спеціально обладнане стаціонарне або пересувне вмістилище для навалювальних і сипких вантажів.

Засік - це відгороджене вертикальної перегородкою спеціальне місце складу для засипки навалювальних і сипких вантажів.

Щити огорожі застосовують в цілях економії складської площі за рахунок збільшення висоти шару закладеного товару.

Для зберігання наливних матеріалів використовують наземні, підземні, напівпідземні та підводні резервуари (рис. 3.11).

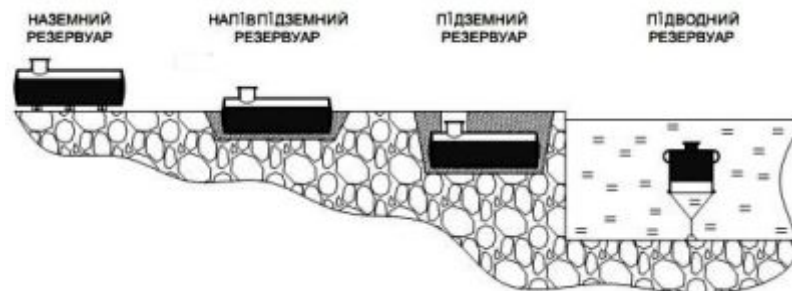


Рис 3.11. Наземні, підземні напівпідземні та підводні резервуари для зберігання наливних матеріалів

3.4 Розрахунок розмірів стелажів

Для оптимізації розміру стелажу треба знайти мінімальні розміри комірки, виходячи з розмірів вантажу. Визначення розмірів стелажу також необхідна в автоматизованих складах для здійснення позиційного керування транспортними засобами.

У наведеному прикладі розміри комірок стелажу визначаються виходячи з рис. 3.12, де B - ширина вантажу, а висота H . При цьому треба враховувати товщину балок h та стійок b , з яких складається стелаж, зазор праворуч і ліворуч від вантажу ΔB , зазор зверху ΔH .

Таким чином висота комірки буде складати

$$H_c = H + h + \Delta H, \quad (3.1)$$

а ширина

$$L_c = B + b + 2 \Delta B \quad (3.2)$$

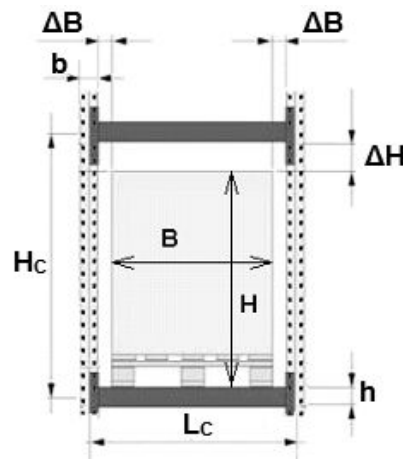


Рис. 3.12. Параметри для визначення розмірів комірки

Кількість комірок визначається максимальними розмірами складу - висота $H_{L \text{ макс}}$ ширина $L_{L \text{ макс}}$. Треба також урахувати висоту ніжок стелажу S (рис. 3.13).

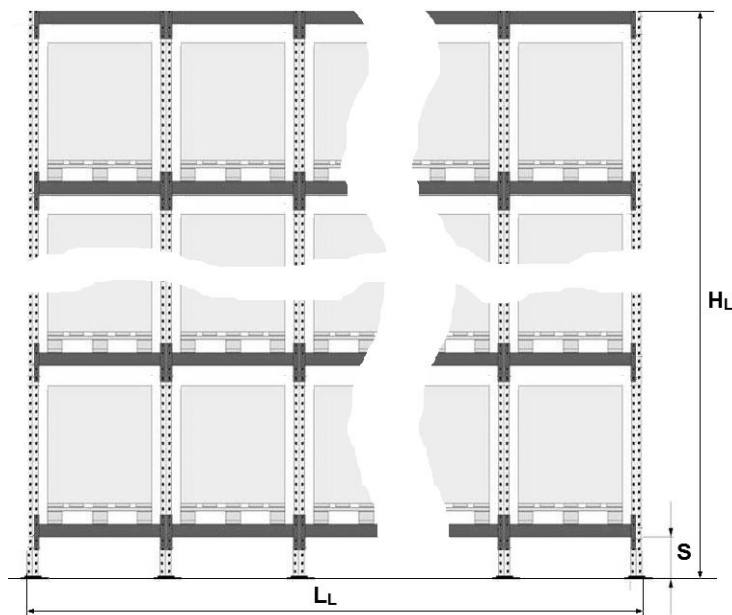


Рис. 3.13. Приклад встановлених максимальних розмірів стелажу

При цьому висота на ширина стелажу не повинна перевищувати максимальних розмірів складу.

Таким чином кількість комірок по ширині n_L і по висоті n_H складає округлене значення, отримане з формул

$$n_L = L_{L \text{ макс}} / L_C, \quad (3.3)$$

$$n_H = (H_{L \text{ макс}} - S) / H_C. \quad (3.4)$$

Завдання до практичних занять

Визначити розміри стелажу, виходячи з розмірів вантажу H/V та конструктивних елементів стелажу, при цьому $h = b = 100$ мм, $\Delta B = 0,1B$, $\Delta H = 0,2H$, $S = 300$ мм.

При цьому висота стелажу H_L не повинна перевищувати максимального значення $H_{L \text{ макс}} = 10$ м, а ширина $L_L - L_{L \text{ макс}} = 30$ м.

Найменування	Варіанти завдань						
	1	2	3	4	5	6	7
Розміри вантажу H/V	800 / 600	1000 / 600	1000 / 800	800 / 800	1000 / 1000	1200 / 1000	1200 / 1200

Приклад розв'язання задач з теми заняття

Розрахуємо розміри стелажу з такими параметрами вантажу: $H = 800$, $V = 1000$.

Отримаємо:

$$H_C = H + h + \Delta H = 800 + 100 + 0,2 * 800 = 1060 \text{ мм}$$

$$L_C = V + b + 2 \Delta B = 1000 + 100 + 2 * 0,1 * 1000 = 1300 \text{ мм}$$

$$n_H = (H_{L \text{ макс}} - S) / H_C = (10000 - 300) / 1060 = 9$$

$$n_L = L_{L \text{ макс}} / L_C = 30000 / 1300 = 23$$

Контрольні запитання

1. Як поділяють обладнання для зберігання матеріалів?
2. Яке обладнання використовують для зберігання тарно-штучних вантажів?
3. Для чого використовують вантажні (фронтальні) стелажі?
4. Чим відрізняються набивні (глибинні) стелажі?
5. Чим відрізняються гравітаційні стелажі?
6. Чим відрізняються консольні стелажі?
7. Для чого використовують піддони?
8. Для чого використовують контейнери?
9. Яке обладнання використовують для зберігання навалювальних, насипних і наливних вантажів?
10. Як здійснюється розрахунок розмірів стелажів?

4 Транспортна тара

4.1 Вантажна одиниця

Одним з ключових понять логістики, яке впливає на вибір складського обладнання є поняття **вантажної одиниці**.

Вантажна одиниця - деяка кількість продукції, що занурюють, транспортують, вивантажують і зберігають як єдину масу, яка своїми параметрами інтегрує технологічні процеси на різних ділянках логістичного ланцюга в єдине ціле.

Основні види вантажних одиниць: первинна вантажна одиниця — вантаж у транспортній тарі, наприклад у шухлядах, бочках, мішках тощо; укрупнена вантажна одиниця — вантажний пакет, сформований на піддоні з первинних вантажних одиниць, тобто вантажів у транспортній тарі.

Істотними характеристиками вантажної одиниці є наступні:

- розміри вантажної одиниці;
- здатність до збереження цілісності, а також первісної геометричної форми в процесі різноманітних логістичних операцій.

Розміри вантажних одиниць, а також обладнання для їх навантаження, транспортування, розвантаження та зберігання повинні бути узгоджені між собою. Це дозволяє ефективно використовувати матеріально-технічну базу учасників логістичного процесу на всіх етапах руху матеріального потоку.

В якості підстави, платформи для формування вантажної одиниці використовуються стандартні піддони розміром 1200x800 та 1200x1000 мм. Будь-який вантаж, упакований в стандартну транспортну тару, можна раціонально укласти на цих піддонах. Це досягається уніфікацією розмірів транспортної тари.

У логістиці застосовується різноманітна матеріально-технічна база. Для того щоб вона була порівнянна, використовують деяку умовну одиницю площі, так звану базовий модуль.

Базовий модуль являє собою прямокутник зі сторонами 600x400 мм, який повинен укладатися кратне число раз на площі вантажної платформи транспортного засобу, на робочій поверхні складського обладнання і т. п.

На рис. 4.1 наведена принципова схема використання базового модуля на різних стадіях логістичного процесу.

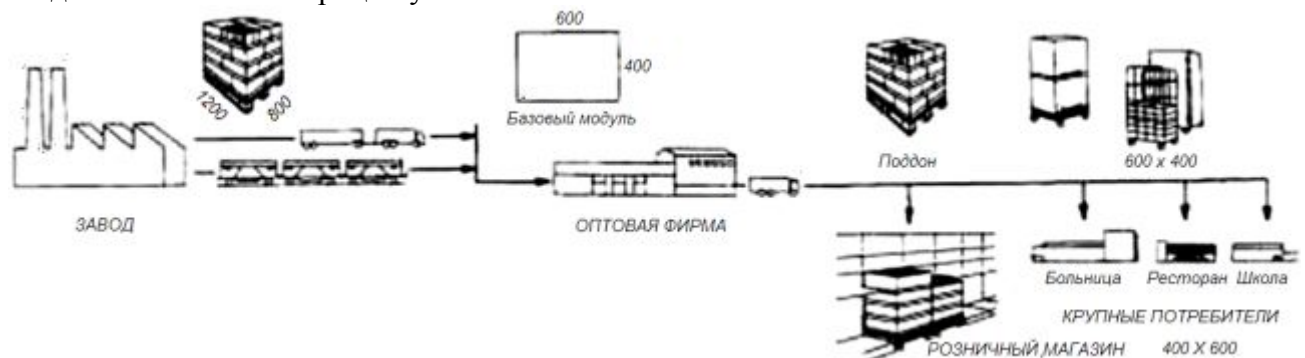


Рис. 4.1. Принципова схема використання базового модуля на різних стадіях логістичного процесу

Використання єдиного модуля дозволяє привести в гармонійне відповідність розміри матеріально технічної бази на всьому шляху руху матеріального потоку, починаючи від первинного джерела сировини, аж до кінцевого споживача.

Приклади розміщення транспортної тари різного розміру на піддоні 1200x800 мм наведені на рис. 4.2.

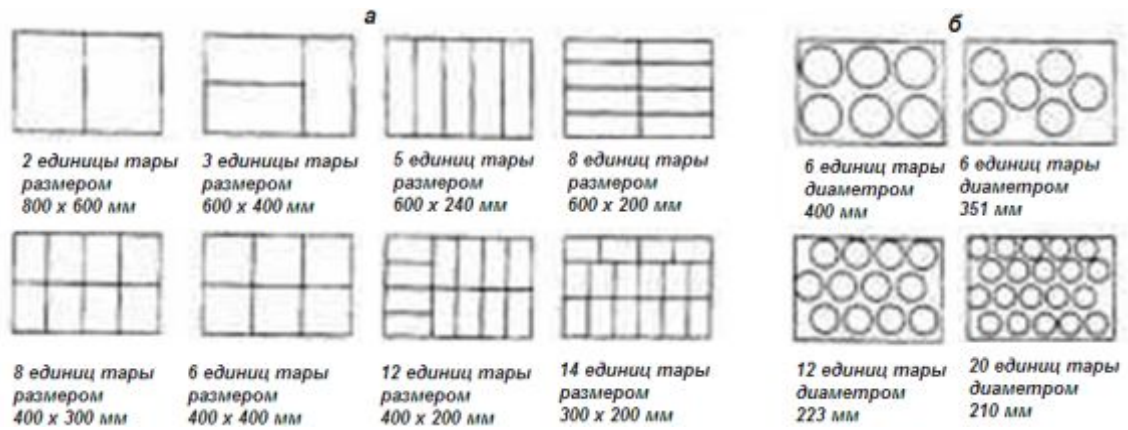


Рис. 4.2. Приклади розміщення транспортної тари різного розміру на піддоні 1200x800 мм (в плані): а) тари прямокутного перетину; б) тари круглого перетину

Здатність вантажної одиниці зберігати цілісність в процесі виконання логістичних операцій досягається пакуванням.

Пакування - це операція формування на піддоні вантажної одиниці і подальше зв'язування вантажу і піддону в єдине ціле.

Пакування забезпечує:

- збереження продукту на шляху руху до споживача;
- можливість досягнення високих показників ефективності при виконанні вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт за рахунок їх комплексної механізації та автоматизації;
- максимальне використання вантажопідйомності та місткості рухомого складу на всіх видах транспорту;
- можливість перевантаження без переформування;
- безпеку виконання вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт.

На практиці застосовують різні методи пакування вантажних одиниць, такі як обандеролування сталевими або поліетиленовими стрічками, мотузками, гумовими зчіпками, клейкою стрічкою та інші.

Одним з найбільш прогресивних методів формування вантажних одиниць є пакування вантажів з допомогою термозбіжної плівки. Цей метод має такі переваги.

1. Високий ступінь захисту вантажів.

Вантажний пакет, обандеролений термозбіжною плівкою, має підвищену стійкість. Не викликає руйнування пакету навіть його нахил під кутом до 35 градусів (рис. 4.3).

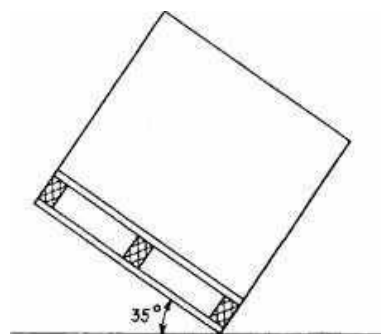


Рис. 4.3. Захист вантажного пакету, за допомогою термозбіжної плівки.

Не викликає руйнування пакету з нахилом під кутом до 35 градусів

У результаті зменшуються втрати при транспортуванні, збільшується безпека роботи з вантажем. Вантажі в термозбіжній плівці захищені від пилу, бруду і вологи і можуть протистояти атмосферним умовам до двох місяців. Знижується можливість розкрадання вантажів, так як будь-яке порушення упаковки відразу стає помітним

2. Можливість пакетування вантажів різних розмірів і форми.

Упаковувати в термозбіжну плівку можна цегла, бакалійні товари, книги, металеві деталі неправильної форми і багато іншого.

3. Порівняно низькі затрати праці.

При використанні автоматичного і напівавтоматичного обладнання витрати праці на пакетування в термозбіжну плівку в 3 - 4 рази менше затрат праці на пакетування за допомогою сталевих стрічки.

4.2 Транспортна тара, визначення та класифікація

Відповідно до нормативно-технічної документацією тара (упаковка) визначається як засіб чи комплекс засобів, що забезпечують захист продукції та довкілля від пошкоджень і втрат і полегшують процес обігу товарів. Під процесом обігу розуміють транспортування, складування, зберігання і реалізацію товарної продукції. Тара (упаковка) може бути класифікована за різними критеріями: призначенням, матеріалу, складу, конструкції, технології виробництва.

У свою чергу за функціональним призначенням тару можна поділити на:

- виробничу,
- транспортну,
- споживчу,
- спеціальну.

З точки зору складської технології інтерес представляє «транспортна тара» - самостійна транспортна одиниця, призначена для перевезення, комплектації, складування і зберігання продукції.

Транспортна тара може розглядатися як один з різновидів складського обладнання; вона забезпечує необхідний захист головним чином від механічних пошкоджень при транспортуванні і зберіганні упакованого вантажу.

За конструкцією вона буває жорсткою, тобто зберігає форму, або м'якою.

До транспортній тарі також відносяться виконані з різних матеріалів ящики, контейнери, піддони, бочки, барабани, фляги, мішки та інші. Відзначимо, що на організацію логістичного процесу великий вплив надає і матеріал, з якого виготовлена тара (скло, дерево, метал, полімер, папір, картон і т. д.).

У складському господарстві більше поширена жорстка тара. Вона може класифікуватися різними способами, але найбільш широко застосовують ящики (коробки), контейнери і піддони.

4.3 Види транспортної тари

До транспортній тарі можна віднести ящики, контейнери, піддони, бочки, барабани, фляги, мішки та інші.

Розглянемо тільки ті види тари, які знайшли широке використання на складах.

Ящик - це жорстка або напівжорстка тара, що має, як правило, форму паралелепіпеда, з кришкою або без неї, виготовлена з дерева, металу, пластмаси, картону і т. п. Габаритні розміри ящиків уніфіковані.

Ящики пластикові (рис. 4.4) мають ряд переваг, порівняно з металевими, дерев'яними або картонними, а саме:

- міцність і довговічність

- невисока ціна
- зносостійкість
- приємний зовнішній вигляд
- зручність використання.
- легкість транспортування і сортування
- компактність

Також складські ящики з пластика легко піддаються вторинній переробці не несуть шкоди навколишньому середовищу.

Пластикові ящики користуються популярністю серед різних видів виробництва і бізнесу, це може бути: магазин або супермаркет, який торгує дрібними товарами, електронними приладами, склади усяких напрямків, заводи, підприємства пов'язані з автокомплектуючими або компонентами електроніки.



Рис. 4.4. Ящики пластиковые

Пластиковая тара

Крім ящиків в обороті постійно знаходиться велика кількість різноманітної пластикової тари, бочки, бідони, відра тощо.

Ця різноманітність ускладнює роботу по її обслуговуванню (транспортування, зберігання, облік).

У зв'язку з цим велике значення має стандартизація та уніфікація пластикової тари.

Вантажний контейнер - це елемент транспортного обладнання, багаторазово використовується на одному чи кількох видах транспорту, призначений для перевезення та тимчасового зберігання вантажів, обладнаний пристроями для механізованої установки і зняття його з транспортних засобів, що має постійну технічну характеристику і місткість не менше 1 м³.

Контейнери, придатні для затарювання продукції різних типів, називаються універсальними, а контейнери, призначені для затарювання продукції одного типу або одного найменування, - спеціальними. Головне в контейнері незалежно від його конструкції, матеріалу і призначення - це уніфікація габаритних розмірів, що дозволяє стандартизувати їх перевезення та складування. Вже згадана організація ISO випустила рекомендації щодо уніфікації розмірів контейнерів. Так, для великотоннажних контейнерів є обов'язковим, щоб їх ширина і висота були однаковими і становили 2438 мм.

Довжина найбільшого контейнера повинна дорівнювати 12 192 мм, а для менших контейнерів передбачена кратність, рівна 0,75, 0,5 і 0,25 довжини цього найбільшого контейнера. Уніфікуються також розміри дверного отвору і фітинги для закріплення строп і для кріплення контейнерів до транспортного засобу і один з одним (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Контейнери

Піддони (палети) - горизонтальна площадка (настил), пристосована для вантажно-розвантажувальних робіт за допомогою виличного навантажувача (вилочні візки). Як і вантажні універсальні контейнери, піддони є багатооборотної тарою.

Для плоских піддонів уніфікація тари за типорозмірами базується на модульній системі, в якій за основу береться площа плоских піддонів, складова для країн - членів ІСО 1200x800, 1000x800 і 1200x1000 мм (рис. 4.6).

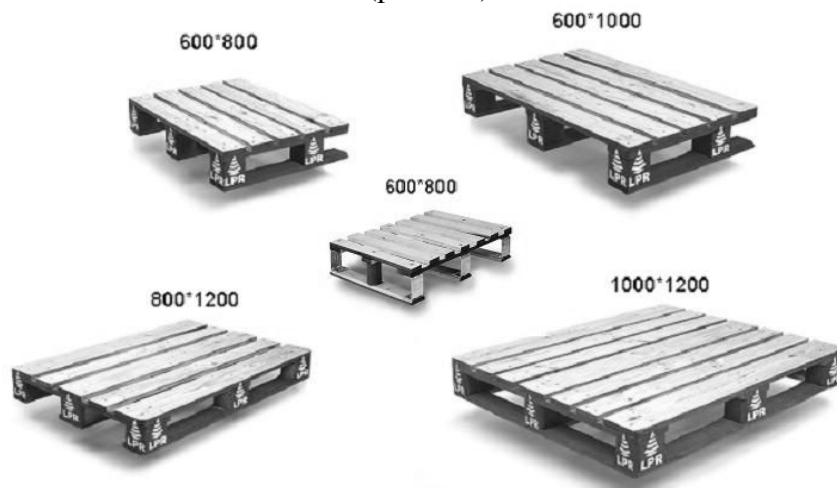


Рис.4.6. Піддони

Принцип створення уніфікованих розмірів полягає в тому, що площа піддона ділиться на сітку кратних піддону розмірів, які визначають зовнішні і внутрішні розміри транспортної тари.

Товари, поміщені на піддон, можуть бути притягнуті до нього ременями (кріпильними стрічками) або обгорнуті термозбіжними або стрейч плівками.

Розрізняють двозахідні і чотиризахідні піддони, конструкція першого забезпечує можливість введення вилочного захвату тільки з двох протилежних сторін, другі дозволяють вводити вила навантажувача з чотирьох сторін.

Піддони можуть бути також однастілними і двонастілними, тобто мають площадку для розміщення вантажу тільки з однієї або з обох сторін.

Піддони поділяються на одноразові, які, як правило, утилізуються після використання, і багатооборотні, що використовуються багаторазово.

Європіддони

Європіддонами прийнято називати піддони затвердженого в Євросоюзі стандартного розміру 800x1200x144 мм і які пройшли фітосанітарну обробку (термообробку). Про проходження фітосанітарної обробки свідчать клейма або маркування на всіх 6 шашках по периметру з двох сторін піддонів. На клеймі вказують EUR, EPAL і країну виробника (рис. 4.7).

Особливістю при виробництві європіддонів є обов'язковим використання гвинтових цвяхів.

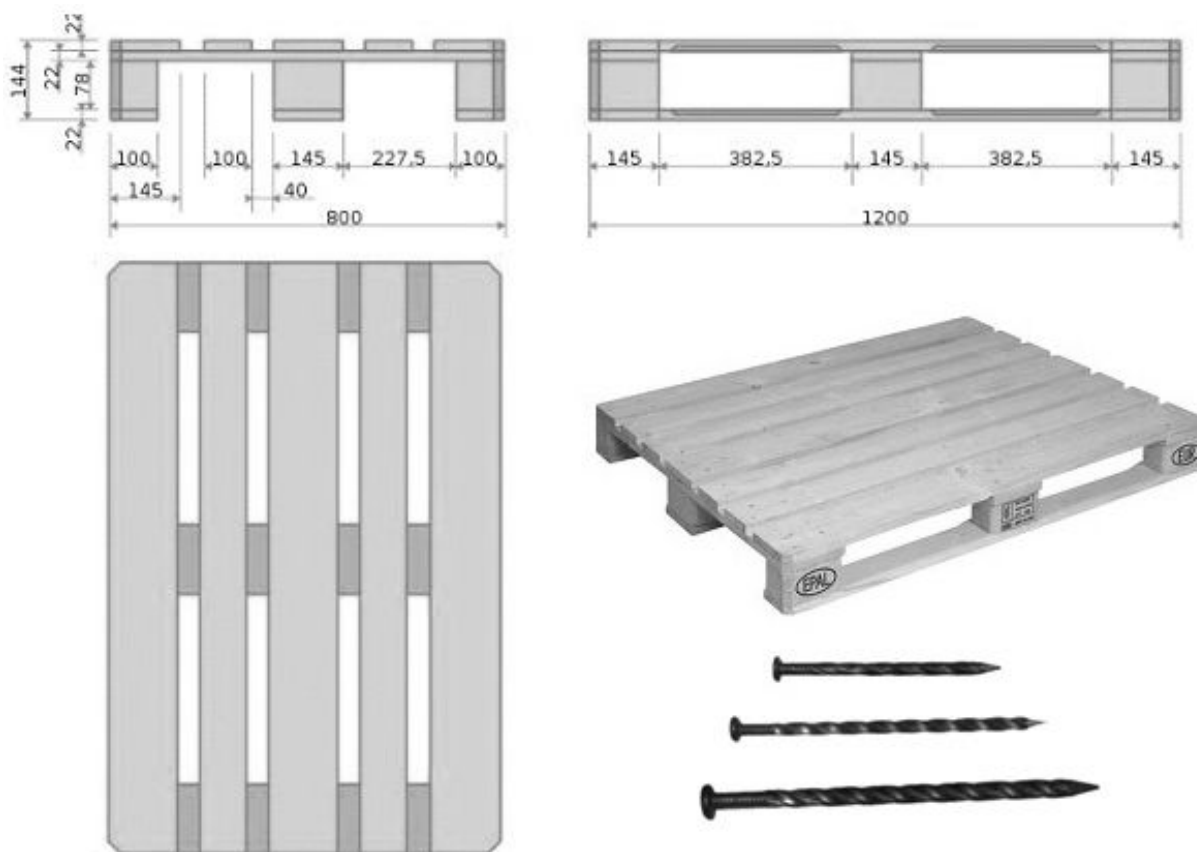


Рис. 4.7. Європіддони

4.4 Тара для автоматизованих складів

Пластикові контейнери є невід'ємним елементом автоматизованого виробництва та автоматизованих складів. Вони спеціально створюються для найбільш поширених складських і виробничих систем автоматизації.

Характерними особливостями пластикової тари автоматичних систем є:

- велика кількість пазів для коректної установки і кріплення на конвеєрах і захоплення промисловими роботами;
- горизонтальні і вертикальні отвори для захоплення;
- різні види ручок для зручного обслуговування спеціальної тари вручну.

Кожна модель пластикового ящика для конвеєра доступна з різними варіантами дна (суцільне, подвійне суцільне, з дренажем, з отворами, ребристе, опукле на 17 мм і 23 мм) і ручок (планки, прорізні, пази для захоплення вилки, подвійні посилені кути і інші).

Додаткові комплектуючі до пластикових контейнерів:

- кришки (знімна, ущільнююча, з засувками)
- заглушки для прорізних ручок;
- роздільники;
- перегородки;
- вкладиші, сумісні з різними типами пластикових ящиків;
- тримачі й кишені для інформаційних етикеток;
- індивідуальна маркування.

Застосування тари для автоматизованих систем для зберігання і транспортування різних вантажів має ряд важливих переваг:

- дозволяє оптимізувати багато робочі процеси;
- прискорює і спрощує виконання навантажувально-розвантажувальних робіт;
- дає можливість використовувати різноманітну техніку, механічні пристосування та автоматизовані системи;
- дає можливість раціонально розміщувати продукцію, економлячи корисну площу і об'єм приміщень.

Всі контейнери для автоматизованих систем відрізняються високою надійністю, практичністю, універсальністю і тривалим терміном служби.

На рис. 4.8. наведені приклади контейнерів для автоматизованих систем.

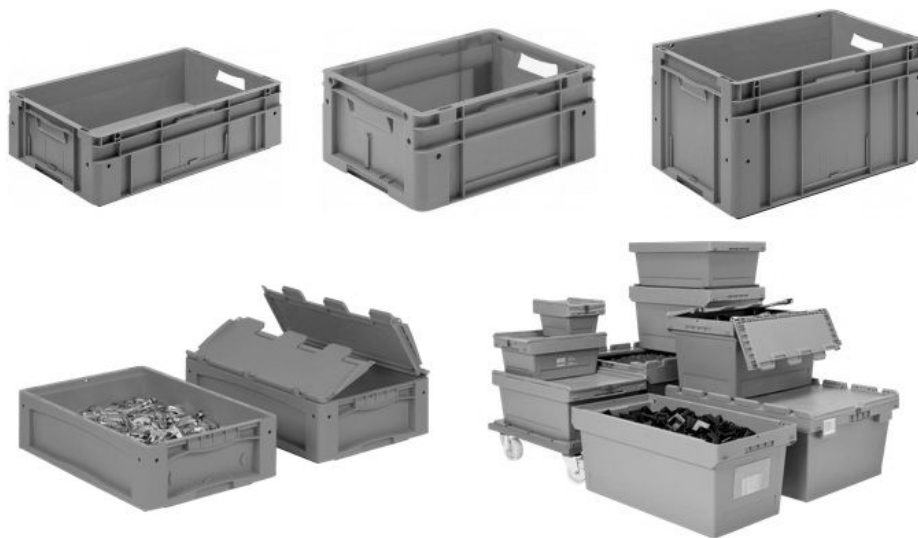


Рис. 4.8. Приклади контейнерів для автоматизованих систем

На рис. 4.9. наведені приклади використання контейнерів для автоматизованих систем.

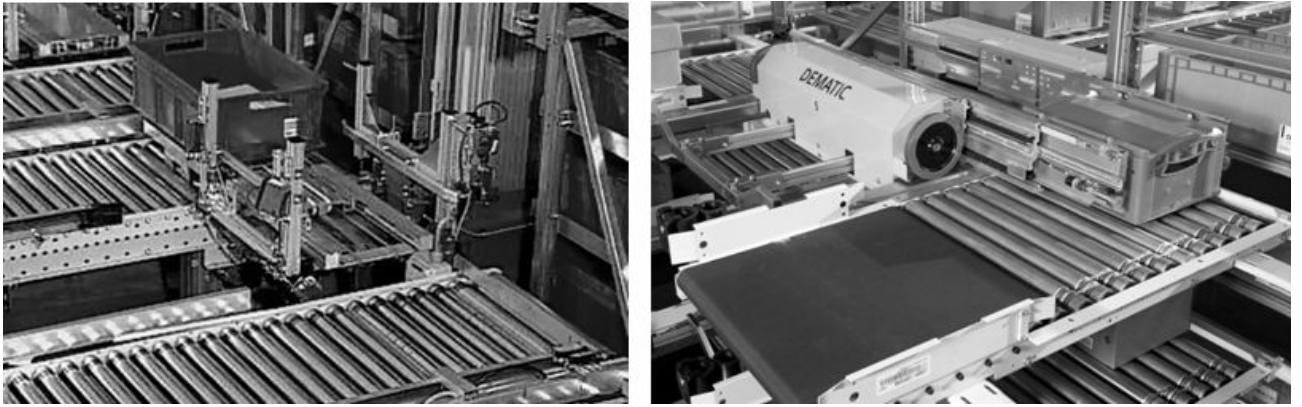


Рис. 4.9. Приклади використання контейнерів для автоматизованих систем

Контрольні запитання

1. Для чого використовується вантажна одиниця ?
2. Що таке базовий модуль?
3. Для чого використовується пакування?
4. Які переваги дає пакування?
5. Як можна поділити тару за функціональним призначенням?
6. Які види тари знайшли найбільш широке використання на складах?
7. Для чого використовують вантажний контейнер?
8. Які особливості мають уніфіковані контейнери?
9. Чим відрізняються європіддони?
10. Які особливості має тара для автоматизованих складів?

5. Підйомно-транспортні машини періодичної дії

5.1 Види підйомно-транспортних машин періодичної дії

Підйомно-транспортні машини періодичної дії представляють собою транспортні засоби, які переміщуються разом з вантажем і мають можливість змінювати траєкторію переміщення вантажу.

Час роботи приводів таких машин складається з періодів роботи та періодів паузи.

До машин періодичної дії відносять виличні та ковшові навантажувачі, крани, ліфти, штабелери, автоматично керовані транспортні засоби (*Automated Guided Vehicle - AGV*) тощо.

Підйомно-транспортні машини періодичної дії можуть використовуватись для вирішення різних задач, наприклад, при проведенні різних монтажних-будівельних та вантажно-розвантажувальних робіт, тому далі будуть розглянуті підйомно-транспортні машини періодичної дії, що використовуються на складах.

5.2 Навантажувачі

Навантажувач - самохідна машина для підняття, транспортування і укладання різних вантажів.

Навантажувач це самохідна машина, призначена для виконання операцій захоплення, підйому, транспортування і укладання вантажів у транспортні засоби, штабелі або відвали.

Розрізняють навантажувачі загального призначення (універсальні), які виконують роботи в різних галузях народного господарства з вантажами широкої номенклатури (наприклад, на будь-якому складі), і спеціальні, призначені для робіт з вантажами обмеженою номенклатури або в особливих умовах (наприклад, в шахтах).

Можна також розділити навантажувачі періодичного (наприклад, виличний, ковшовий) і безперервної дії (наприклад, стрічковий, скебковий, роторний, шнековий), які будуть розглянуті далі.

Навантажувачі періодичної дії можна розділяти по ряду конструктивних особливостей, наприклад:

За типом підйомного пристрою: виличні (вилкові) навантажувачі; ковшові навантажувачі.

За типом двигуна: дизельні; з бензиновим двигуном; з газовим двигуном; з електродвигуном.

За розташуванням підйомного пристрою: фронтальні; бокові.

За кількістю опорних коліс: триколісні; чотириколісні.

За вимогами до покриття: для роботи на складах; для роботи на відкритих майданчиках.

За типом механізму підйому: з вертикальною щоглою (одно-, 2-х або 3-х секційної); з телескопічним механізмом підйому.

Слід розділяти «вилкові навантажувачі» і «штабелери». Навантажувач може працювати як штабелер, але він призначений для більш широкого спектру робіт.

Штабелер (англ. *Stacker*) - це транспортний засіб, обладнаний механізмом для підйому, зберігання і перевезення вантажів з установкою їх один на одного (штабелювання) або переміщення інтермодальних транспортних одиниць (тобто вантажів, пристосованих для перевезення різними видами транспорту).

Оскільки штабелери знайшли широке використання на складах, вони будуть розглянуті більш детально у наступному розділі.

Класифікація та різновиди навантажувачів

В даний час розроблено і використовується величезна кількість різних моделей і модифікацій навантажувачів.

Найбільш систематизованої класифікації різних моделей і модифікацій навантажувачів є класифікація ІТА:

клас I - електричні навантажувачі (електронавантажувачі, акумуляторні навантажувачі);

клас II - техніка для роботи у вузьких проходах (річтакі, бічні навантажувачі);

клас III - штабелери і візки;

клас IV - навантажувачі з двигуном внутрішнього згорання із суцільнолитими шинами;

клас V - навантажувачі з двигуном внутрішнього згорання з пневматичними шинами;

клас VI - транспортери;

клас VII - «позашляхові» навантажувачі всіх типів (призначені для роботи в складних дорожніх умовах і на важких покриттях).

На складах широко використовуються вилочні навантажувачі.

Зовнішній вигляд вилочного навантажувача з ручним керуванням наведений на рис. 5.1.

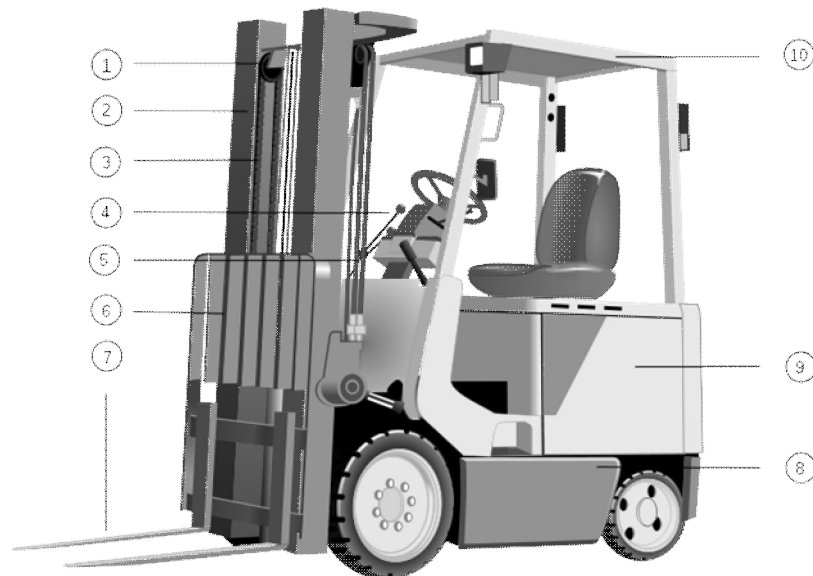


Рис. 5.1. Зовнішній вигляд вилочного навантажувача:

1 - блок, 2 - щогла, 3 - ланцюг, 4 - важіль управління, 5 - гідравлічна система, 6 - платформа, 7 - вила, 8 - рама, 9 - мотор, 10 - дах кабіни

Алгоритм вибору вилочного навантажувача.

Насамперед слід визначити умови, в яких працюватиме навантажувач наступні 3-5 років. Особливу увагу слід приділити характеру траси і підлогового (дорожнього покриття), за яким буде пересуватися навантажувач. Від цього залежить вибір шин, продуктивність, умови праці оператора, умови перевезення вантажу та ін. Якщо навантажувач працює на небезпечному виробництві або при низьких температурах, він повинен мати спеціальне виконання.

Крім визначення максимальної вантажопідйомності вилочного навантажувача слід врахувати габарити і положення центру ваги вантажів, що транспортуються. У випадку, якщо центр ваги вантажу розташовується вище стандартного розміру (610 мм), номінальну вантажність слід перерахувати. При встановленні додаткових вантажопідіймальних пристосувань його корисна вантажопідйомність істотно знижується.

Дуже важливо визначити режим експлуатації вилочного навантажувача. Для цього визначається число змін в день, число робочих годин за зміну, число робочих змін на тиждень. Необхідно визначити передбачувану ступінь завантаження навантажувача. Виходячи з цих параметрів визначається його режим роботи (легкий, середній, важкий).

Для деяких умов роботи підійде тільки техніка певного типу. Наприклад, вилковий електронавантажувач непридатний для постійного використання поза приміщеннями; вилочні автонавантажувачі з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) рідко застосовують для використання в приміщеннях; для роботи у вибухонебезпечному середовищі потрібна вилочна техніка в спеціальному виконанні і т. п.

Компоненти й вузли навантажувачів в значній мірі визначають його можливості. Так, шини повинні відповідати характеру дорожнього покриття. Радіус розвороту вилочного навантажувача і розміри вантажу повинні відповідати мінімальній ширині проходів.

Велика висота підйому вилочної каретки навантажувача може бути необхідна при завантаженні піддонів в два яруси у вантажні фургони та залізничні вагони.

Установка на навантажувач вилочної каретки бокового зміщення може швидко окупитися завдяки збільшенню продуктивності та підвищить рівень безпеки.

Зі збільшенням швидкості руху вилочного навантажувача може або зрости продуктивність, або знизитися безпека роботи.

Завдяки більш плавною роботі тиристорних гідравлічних органів управління менша ймовірність пошкодити вантаж.

Але за кожне технічне рішення, що робить роботу більш ефективною і зручною, доводиться платити, тому, при виборі вилочного навантажувача, шукається розумне поєднання бажаних характеристик і вартості.

Навантажувачі з бензиновим двигуном внутрішнього згоряння або з дизелем (рис. 5.2) застосовують на відкритих майданчиках, але також можливе їх використання в добре провітрюваних приміщеннях з високими стелями. Навантажувачі можна оснащувати каталітичними нейтралізаторами вихлопних газів, що підвищують екологічність приводів, але ці каталізатори коштують недешево і виходять з ладу при використанні неякісного палива.



Рис. 5.2. Навантажувачі з бензиновим двигуном внутрішнього згоряння або з дизелем

Навантажувачі з електроприводом (рис. 5.3) зазвичай застосовуються в закритих приміщеннях. Ці машини затребувані в країнах Європи через жорсткі вимоги до екологічності техніки.

Останнім часом, на заміну двигунів постійного струму приходять асинхронні двигуни, які мають низку незаперечних переваг, таких як: відсутність третєвих контактів, герметичність конструкції (це дозволяє використовувати навантажувачі з таким типом приводу в найважчих умовах), можливість регулювання частоти обертання і крутного моменту (це дозволяє плавно розганятися і гальмувати електродвигуном).



Рис. 5.3. Навантажувач з електроприводом

Для переміщення великогабаритних вантажів використовують бокові навантажувачі.

Основне завдання бокових навантажувачів - економія місця на складі при обробці великогабаритних вантажів (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Бокові навантажувачі

Порівняння роботи фронтального і бокового навантажувачів при обробці довгомірного вантажу.

Фронтальний навантажувач (рис. 5.5, а):

- необхідність широких проходів, великий радіус повороту, необхідність воріт з широкими прорізами, неефективне використання наявного простору,
- небезпека при транспортуванні вантажів,
- відсутність фронтального огляду.

Боковий навантажувач (рис. 5.5, б):

- економія площі - немає необхідності в широких проходах,
- вантаж транспортується в поздовжньому напрямку руху на платформі,
- переміщення вантажу в піднятому стані,
- вище швидкість і безпеку переміщення,
- краще огляд для водія.



Рис. 5.5. Порівняння роботи фронтального (а) і бокового (б) навантажувачів

Основні переваги бокових навантажувачів:

- економія складських площ - значне зниження витрат на будівництво або оренду складів;
- немає необхідності в широких дверних отворах;
- істотно знижується час на маневрування - вище ефективність робіт;
- вище швидкість переміщення вантажів і їх збереження за рахунок того, що вантаж перевозиться на платформі;
- можливість транспортування вантажу по дорогах загального користування;
- зручність для водія - краще огляд, комфортне робоче місце, простота роботи з вантажем.

Розглянемо приклад розрахунку економії витрат площі при використанні бокового навантажувача.

Як впливає з назви, головна відмінність даного навантажувача від звичайних навантажувачів - не фронтальне, а бокове розташування вил. Крім того, бокові навантажувачі обладнуються платформою для забезпечення стабільності вантажу при переміщенні. Такі конструкційні особливості забезпечують ряд переваг в порівнянні з фронтальним навантажувачем, серед яких є такі:

- зміна траєкторії підїзду навантажувача до оброблюваного вантажу, що дозволяє істотно економити складські площі в особливо для довгомірних вантажів (дошки, труби, рулони, профіль, різноманітні конструкції, металопрокат і т.д.). Економія площ може становити до 60%.
- при переміщенні вантаж більш стабільний оскільки знаходиться на платформі, що дозволяє переміщати його з більшою швидкістю і по непідготовленим поверхнях та забезпечує економію часу і збереження вантажу.

Розглянемо приклад, який показує економічний ефект від використання бокового навантажувача:

- розмір складського приміщення: довжина – $L = 300$ м, ширина – $B = 50$ м;
- розмір вантажу: довжина – $l = 7$ м, ширина – $b = 1$ м, висота $h = 1$ м.

При використанні фронтального навантажувача (рис. 5.6) необхідна ширина робочого проїзду ΔB складається з довжини вантажу та додаткових 0.5 м для повороту, звідки маємо:

$$\Delta B = l + 0,5 = 7.5 \text{ м.}$$

Можливе число робочих проїздів $n_{\Delta B}$ (вантаж-проїзд-вантаж): ширина складу / (ширина вантажу + ширина проїзду + ширина вантажу)

Підставивши значення, отримаємо:

$$n_{\Delta B} = B / (b + \Delta B + b) = (50 / (1 + 7.5 + 1)) = 5 \quad (5.1)$$

Оскільки кожен проїзд містить два ряди вантажу (з однієї й іншої сторони), то загальна корисна площа складу: довжина складу * число проїздів * ширину вантажу * 2
Підставивши значення отримаємо потрібну площу складу S:

$$S = L * n_{\Delta B} * b * 2 = 300 * 5 * 1 * 2 = 3000 \text{ м} \quad (5.2)$$

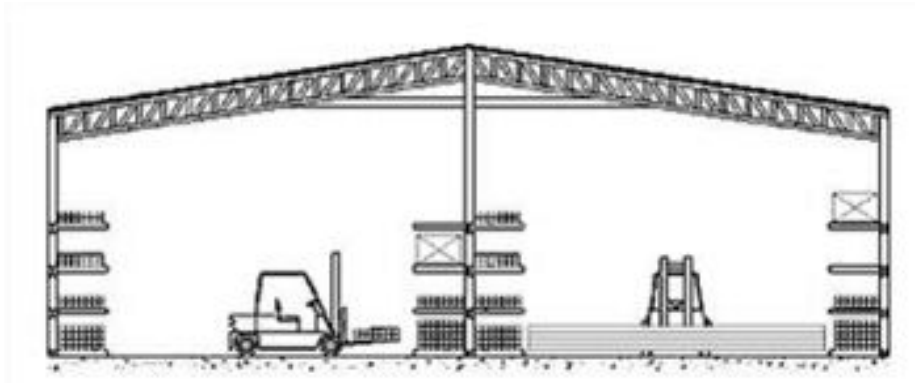


Рис. 5.6. Використання фронтального навантажувача

При використанні бокового навантажувача (рис. 5.7): необхідна ширина проїзду ΔB складеться з ширини бокового навантажувача B_H та додаткових 0.2 м:

$$\Delta B = B_H + 0,2 = 2 + 0,2 = 2,2 \text{ м},$$

де ширина навантажувача $B_H = 2 \text{ м}$.

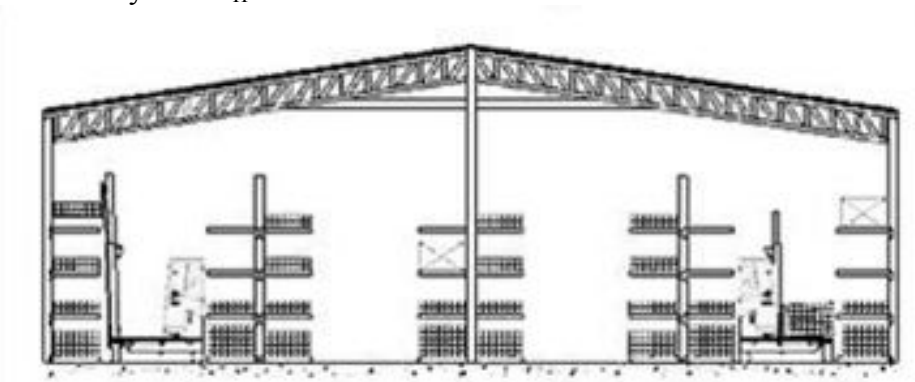


Рис. 5.7. Використання бокового навантажувача

Визначаємо можливе число робочих проїздів згідно з (5.1).
Підставивши значення, отримаємо:

$$n_{\Delta B} = 50 / (1 + 2,2 + 1) = 11$$

Згідно з (5.2) отримаємо потрібну площу складу S:
Підставивши відповідні значення отримаємо:

$$S = 300 * 11 * 1 * 2 = 6600 \text{ м}$$

Різниця в корисній площі складу при використанні бокового і фронтального навантажувача складе: $6600 - 3000 = 3600$ м².

5.3 Вантажопідйомне обладнання

На складах використовують таке вантажопідйомне обладнання:

- козлові крани;
- автомобільні крани;
- мостові крани;
- консольні крани підлогові і настінні;
- крани-штабелери мостові і стелажні;
- підйомні лебідки з ручним або електричним приводом;
- електричні талі, тощо.

Козлові крани

Козлові крани (рис. 5.8), найчастіше вантажопідйомністю до 30 т, переміщуються по рейках, укладених на землі, застосовуються для вантажно-розвантажувальних робіт на відкритих майданчиках.

Козлові крани великих прольотів дозволяють перекривати значні складські площі, залізничні колії та автодороги, забезпечуючи тим самим зручну організацію перевантажувального процесу.

Козлові крани доцільно використовувати на складах з великою протяжністю вантажно-розвантажувального фронту (30-50 м).



Рис. 5.8. Козлівий кран

Автомобільні крани

Автомобільні крани (рис. 5.9) вантажопідйомністю від 3 до 45 т піднімають вантаж на висоту більше 5 м, використовують для вантажно-розвантажувальних робіт на розосереджених об'єктах.



Рис. 5.9. Автомобільні крани

Мостові крани

Мостові крани (рис. 5.10) вантажопідйомністю 5-10 т, здатні піднімати вантажі на висоту 8 -16 м, пересуваються по рейках, що закріплені на виступах стін складу або на спеціальних колонах, застосовуються для переміщення великовагових вантажів і контейнерів в закритих складських приміщеннях, під навісами або на відкритих майданчиках.

У складській справі застосовуються різні види мостових кранів.

Грейферний кран. Як грузозахватного механізму в ньому використовується грейфер. Такий кран застосовують для вантажно-розвантажувальних робіт з сипучими і навалювальними матеріалами і вантажами. Наприклад, він незамінний на великих складах будівельних матеріалів, таких як пісок, щебінь, і т.д.

Магнітний кран. Має магніт на вантажозахоплювальні пристрої, що дозволяє працювати з феромагнітними матеріалами і вантажами. Подібне обладнання необхідно для роботи з металевими вантажами, пластинами та іншими.

Кліщовий кран. Має вантажозахоплювальний пристрій у вигляді спеціальних кліщів, які можуть складатися з різної кількості лап. Зручний для переміщення вантажів, монтажу та збірки будь-яких механізмів. На складах часто застосовується для точного переміщення поодиноких вантажів.

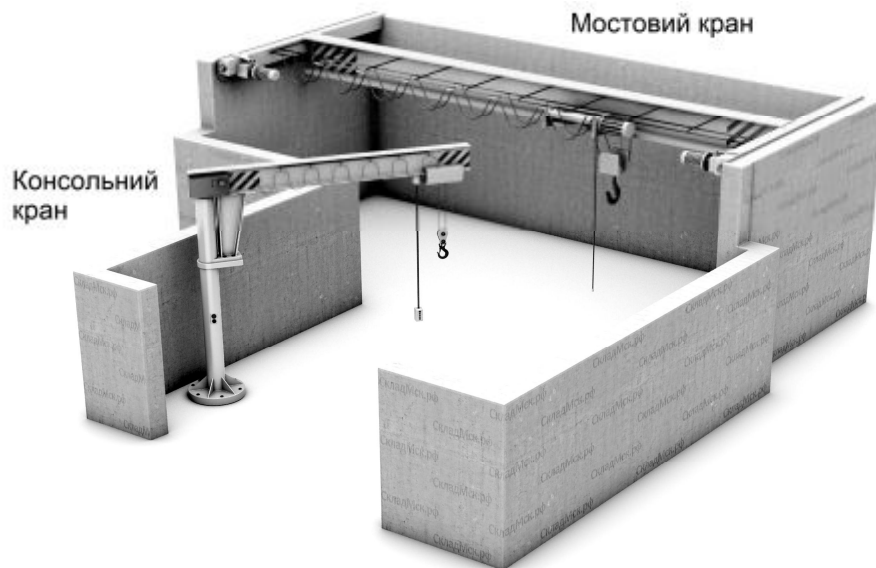


Рис. 5.10. Мостовий та консольний крани на складі

Консольні крани

Консольні крани підлогові (рис. 5.10) і настінні призначені для роботи з вантажами невеликої маси і малих габаритів, іспользуються для переміщення від одного робочого місця до іншого.

Крани-штабелери

Крани-штабелери мостові і стеляжні використовуються в закритих складах для укладання товарів в штабелі або стеляжі значної висоти, а також для відбору товарів з місця зберігання. Крани-штабелери знайшли широке використання на складах, тому будуть розглянуті більш детально в наступному розділі.

Підйомні лебідки

Підйомні лебідки (рис.5.11,а) з ручним або електричним приводом і з тяговими зусиллями від 1 до 10 т.

Електричні талі

Електричні талі (рис.5.11,б) вантажопідйомністю від 0,5 до 10 т і з висотою підйому вантажу від 4 до 30 м служать для вертикального і горизонтального (уздовж підвісного монорельса) переміщення вантажу, повішеного на гак



Рис. 5.11. Підйомна лебідка (а) та електрична таль (б)

Завдання до практичних занять

Провести розрахунок економії витрат площі при використанні бокового навантажувача для таких варіантів:

Найменування	Варіанти завдань						
	1	2	3	4	5	6	7
Розмір складського приміщення: L / В	200/100	300/75	150/60	400/100	250/50	150/75	120/70
Розмір вантажу: l / b / h	8/1/1	5/1/1	6/1/1	5,5/1/1	6,5/1/1	75/1/1	4,5/1/1
Ширина бокового навантажувача В _н	2	2	2	2	2,5	2,5	2

Контрольні запитання

1. Які машини відносять до підйомно-транспортних машин періодичної дії?
2. Що таке навантажувач?
3. Чим відрізняються «вилочні навантажувачі» і «штабелери»?
4. З чого складається алгоритм вибору вилочного навантажувача?
5. Для чого використовують бокові навантажувачі?
6. Які переваги має боковий навантажувач у порівнянні з фронтальним навантажувачем?

7. Яке вантажопідйомне обладнання використовують на складах?
8. Для чого використовують козлові та мостові крани?
9. Для чого використовують консольні крани?
10. Для чого використовують підйомні лебідки та електричні талі?

6 Штабелери

6.1 Визначення і класифікація штабелерів

Як вже зазначалося, штабелер - це транспортний засіб, обладнаний механізмом для підйому, штабелювання або переміщення вантажів, пристосованих для перевезення різними видами транспорту.

Основне призначення штабелера це укладання вантажів у штабелі або на стелажі в кілька ярусів.

Класифікація штабелювального обладнання:

- напольні штабелери,
- гідравлічні штабелери:
- ручні гідравлічні візки або рохлі,
- ручні гідравлічні штабелери,
- електроштабелери:
- самохідні візки (транспортувальник палет, транспалета)
- самохідні штабелери з електрогідравлічним підйомом вил
- ручні ведені штабелери з електричним підйомом вил
- самохідні штабелери з підніжкою для оператора
- самохідні штабелери з кабіною для оператора
- вузькопрохідні штабелери
- річтраки
- збирачі замовлень
- крани-штабелери
- мостові крани-штабелери
- стелажні крани-штабелери

6.2 Напольні штабелери

Існує кілька типів напольних штабелерів, що розрізняються за різними особливостями конструкції:

1. За типом приводу вантажопідіймального пристрою:

- гідравлічні з ручним приводом;
- електрогідравлічні;
- електромеханічні.

2. За способом зрівноважування:

- з опорними консолями, що перебувають під вилами штабелера;
- з противагою.

Слід пам'ятати, що зазвичай використовуються обидва способи урівноваження штабелера.

3. За ознакою наявності або відсутності приводу механізму пересування:

- самохідні з електроприводом механізму пересування;
- без приводу механізму пересування.

4. За способом управління пересуванням штабелера:

- відомі;
- з підніжкою, що забирається (можуть використовуватися і як відомі, і як самохідні);
- з кабіною для оператора.

5. За способом завантаження:

- з фронтальним завантаженням;
- з боковим завантаженням.

6. За типом механізму підйому:

- без вільного підйому вил;
- з вільним підйомом вил.

Найпростішим типом гідравлічного штабелера є **ручний гідравлічний візок** (рис. 6.1). Ручні гідравлічні візки тільки піднімають вантаж, і можуть працювати тільки з одноярусними стелажми.



Рис. 6.1. Ручні гідравлічні візки

Ручні гідравлічні візки вкрай прості в освоєнні, експлуатації та ремонті. Вони невибагливі, не так вимогливі до якості статевого покриття, як інші типи штабелерів, і можуть використовуватися навіть під відкритим небом.

Вантажопідйомність таких візків може досягати 3 т, а висота підйому 200 мм.

У **електрощтабелерів** (рис 6.2) може бути електрифікована тільки функція підйому/опускання, а також можуть бути самохідні моделі, ведені пішим оператором або забезпечені відкидною площадкою.



Рис. 6.2. Електрощтабелери

В даний клас підлогової штабелювальні техніки входить кілька типів електрощтабелерів:

- самохідні ведені електричні штабелери (швидкість пересування обмежена швидкістю пішого ходу оператора - не більше 6 км / ч);
- самохідні електричні штабелери з відкидною підніжкою;
- самохідні електричні штабелери з місцем для оператора (до положення оператора сидячи або стоячи, в таких випадках швидкість пересування візка може досягати 10 км / год).

Самохідні візки (транспортувальник паллет, транспаллета)

Транспортувальник палет має більшу вантажопідйомністю і швидкістю пересування, ніж звичайна ручна гідравлічний візок, і володіє істотною перевагою - не стомлює оператора в процесі підйому і переміщення вантажу. Висота підйому вантажу транспортувальником палет мала (120-200мм) - він тільки піднімає вантаж для його подальшої транспортування. Вантажопідйомність досягає 3500 кг.

Самохідні штабелери з електрогідравлічним підйомом вил

У даного типу штабелера присутній електропривод руху. Підйом вантажу здійснюється завдяки електрогідравлічним приводу (робочу рідину в циліндр накачує не оператор за допомогою важеля, а електронасос). За габаритами такий штабелер практично не відрізняється від штабелера з ручним підйомом вил, проте має більшу масу за рахунок наявності акумуляторних батарей.

Вантажопідйомність такого штабелера становить 1000-2000 кг, вони оснащуються щоглами з висотою підйому 2,7 - 5,5 метра.

Ручні відомі штабелери з електричним підйомом вил

У даного типу штабелера відсутній привід пересування. За своєму принциповому пристрою штабелер складається з ручного гідравлічного штабелера та електричної системи підйому щогли.

Вантажопідйомність ведених електричних штабелерів досягає 1000 кг і 1500 кг, а висота підйому 1600 мм / 2000 мм / 2500 мм і 3000 мм.

Самохідні штабелери з підніжкою для оператора

Даний тип штабелера схожий за характеристиками з штабелером, керованим пішим оператором, однак може використовуватися для більш інтенсивної роботи на великих дистанціях завдяки наявності відкидної платформи, яка використовується як операторське місце.

Самохідні штабелери з кабіною для оператора

Управління штабелером здійснюється з кабіни (сидячи або стоячи в залежності від моделі штабелера), завдяки чому знижується втома оператора, підвищується концентрація уваги. Такий тип штабелерів має високу швидкість пересування (8-10 км / год - при управлінні стоячи, 9-11 км / ч при управлінні сидячи) і підйому.

Вузькопрохідні штабелери

Досить специфічний тип складської вантажопідйомної техніки, призначений спеціально для роботи у вузьких міжстелажних проходах. На відміну від класичних штабелерів, «вузькопрохідні» штабелери рухаються по проході тільки прямо, не повертаючи. Щогла штабелера може повертатися на 180 °, що дозволяє захоплювати піддони з обох сторін від стелажного проходу. Існує два різновиди вузькопрохідних штабелерів:

- з нерухомою операторської кабіною, розташованої на рівні підлоги. У цьому випадку машина, як правило, обладнується відеокамерою для забезпечення контролю роботи з вантажем;
- з рухомою операторської кабіною, що рухається разом з вантажем. В цьому випадку оператор візуально контролює процес роботи.

Висота підйому досягає 16 м. Вантажопідйомність 700-1500 кг. Одним з виробників вузькопрохідних штабелерів є компанія Jungheinrich, яка пропонує рішення для всіх типів стелажних систем з висотою підйому до 14 570 мм.

Річтраки

Річтраки (Reach truck) - штабелер з висувною щоглою, призначений для обслуговування висотних (від 6 м) стелажних систем (рис. 6.3, а).

Річтраки - найскладніший і високопродуктивний вид складської техніки, що поєднує в собі кращі якості штабелера і класичного вилочного навантажувача. Річтраки має високу швидкість пересування (до 12 км / ч) і підйому (до 0,6 м / с), вантажопідйомність до 2,5 т.

Річтраки обладнується багатосекційними телескопічними щоглами з вільним або невідільним ходом вил. Оснащення щогли може володіти функціями нахилу вил, бокового зміщення вил і нахилом самої щогли для збільшення залишкової вантажопідйомності річтраки.

Збирачі замовлень

Збирачі замовлень - це дуже цікавий вид складської техніки. Його конструкція і принцип дії дуже схожі з класичним електроштабелери, тільки замість вил піднімається ціла робоча платформа разом з оператором (рис. 6.3, б).

Електричні складальники замовлень використовуються для ручної виїмки або укладання товарів на стелажі. Збирачі замовлень мають високий рівень безпеки. Їх конструкція включає в себе різні обмежувачі, фіксатори, стабілізатори для максимальної безпеки і зручності роботи.

Висота підйому коливається в межах 4 м для збирачів замовлень з нижніх ярусів і 5 - 7 м для висотних збирачів замовлень, вантажопідйомність 200-400 кг для легких моделей та 1 - 4 т для важких.

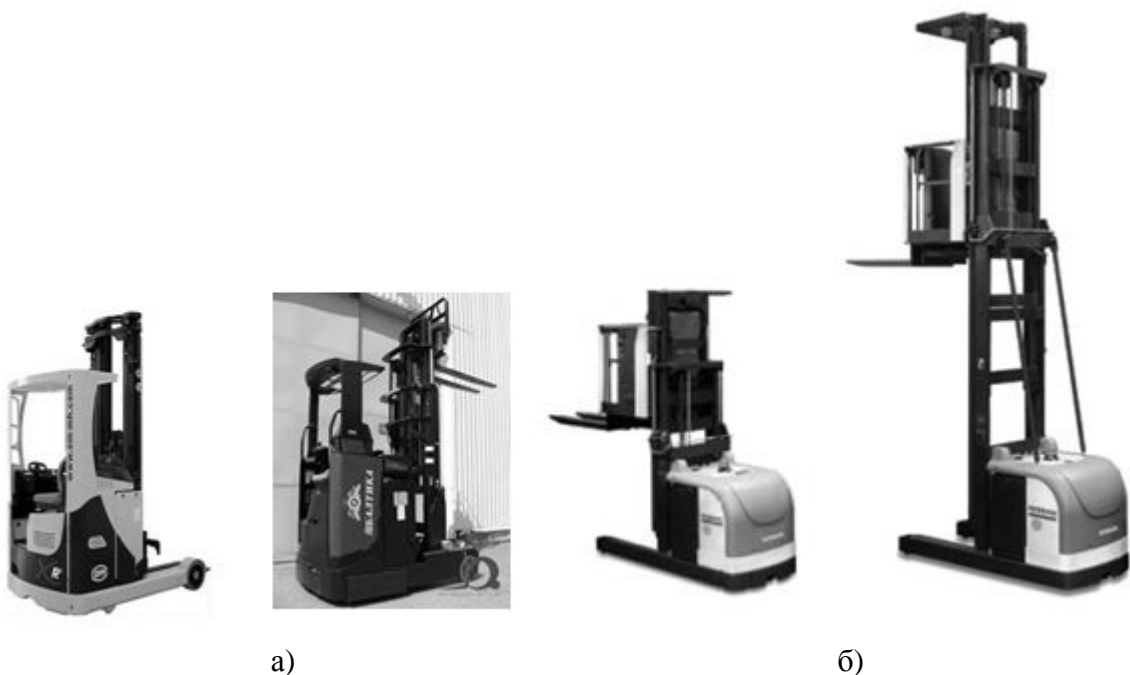


Рис. 6.3. Річтраки (а) та збирач замовлень (б)

6.3 Крани-штабелери

Кран-штабелер є підйомно-транспортна машина циклічної дії, що пересувається по рейкових шляхах. Він обладнаний вертикальною колоною, по якій переміщуються вантажний захоплювач або спеціальна платформа.

Управління кранами здійснюють з підлоги або з кабіни. У ряді випадків передбачено автоматичне керування. Для переміщення пакетованих вантажів з розмірами в

плані 1200x800 і 800x600 мм доцільно застосовувати крани-штабелери вантажопідйомністю 1 і 0,5 т.

Застосування кранів-штабелерів дозволяє ефективно використовувати площу і об'єм складу, забезпечити високу швидкість пересування і продуктивність, можливість автоматизації процесу.

Застосовують два типи кранів-штабелерів:

- мостові;
- стелажні.

Висота складування мостовими кранами-штабелерами до 10,2 м, стелажними - 20 м і більше.

Мостовий кран-штабелер - кран мостового типу з вантажним візком, що має поворотну колону, по якій переміщається вилковий захват, що переміщує пакет вантажу на піддоні і дозволяє здійснювати укладання і розбір пакетних штабелів.

Стелажний кран-штабелер представляє собою візок, яка пересувається по монорельсу в проході між стелажми. Візок забезпечений вертикальною колоною, обладнаною напрямними для подачі платформи. На платформі встановлені вантажопідйомник і кабіна оператора.

Вантажопідйомність: до 10,0 т (мостові), до 3,0 т (стелажних)

Проліт: до 42,0 м (мостові)

Висота підйому: до 11,0 м (мостові), до 18,0 м (стелажні)

Управління здійснюється безпосередньо з кабіни, або дистанційно за допомогою підвісного пульта з підлоги, радіоуправління.

Мостовий кран-штабелер є крановий міст, по якому переміщається вантажний візок із закріпленою на ній вертикальної колоною, як правило поворотною, по якій вертикально переміщується вантажопідйомник (каретка), що має вилковий або спеціальний захоплюючий пристрій вантажу (рис. 6.4).

Мостовий кран-штабелер переміщається по рейкових кранових шляхах, встановленим або безпосередньо на стелажках, або на конструкціях будівель. Кран може бути опорним, або підвісним.

Мостові крани-штабелери обслуговують великі площі складів, на яких розміщені в кілька рядів стелажі.

Мостовий кран-штабелер може управлятися з підлоги (найпростіші крани, в цьому випадку висота підйому не перевищує 7.2 м, вантажопідйомність до 1т) або з кабіни (вантажопідйомність 1-12 т, висота підйому 7-16 м).

Існують різні типи колон, що відрізняються висотою підйому вантажу. Для роботи з різними типами вантажів на вантажопідйомнику можуть закріплюватися змінні вантажозахоплювальні пристрої, такі як кантувателі, вилочні захвати, захвати для циліндричних вантажів та інші.

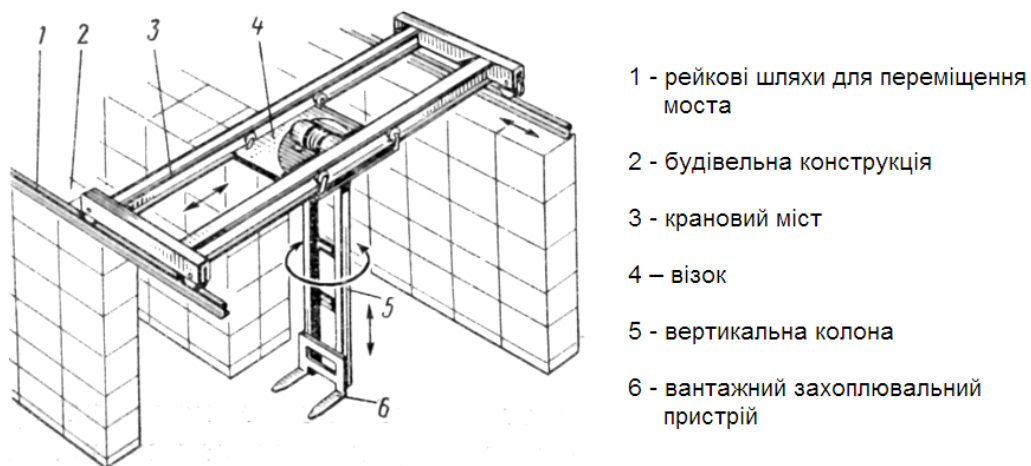


Рис. 6.4. Мостовий кран-штабелер

Стелажний кран-штабелер представляє собою опорний візок, з вертикально закріплених на ньому однією колоною або з двома, по яких переміщається вантажопідійомник (з кабіною оператора на комплектувальних кранах-штабелерах), обладнаний приймальним столом, на який висувне телескопічне захоплення укладає вантаж (рис. 6.5).

Стелажні крани-штабелери бувають підвісні або опорні, також з однією колоною або з двома.

Від мостових кранів-штабелерів стелажні відрізняються меншою масою, підвищеною жорсткістю металоконструкцій, високим ступенем використання складських площ.

Ці крани-штабелери особливо ефективні на складах з великим вантажообігом зважаючи великий їх продуктивності, обумовленої як великими робочими швидкостями механізмів, так і обмеженою зоною їх використання - тільки в одному проході між стелажми, у той час як мостовий кран-штабелер обслуговує всі стелажі, що знаходяться під конструкцією крана.



Рис. 6.5. Стелажний кран-штабелер

Стелажний кран-штабелер може управлятися з кабіни, з дистанційного пульта або за допомогою системи керування на основі обчислювальних пристроїв.

Вантажопідйомність стелажних кранів-штабелерів досягає 3 т, висота підйому 18 м.

Для встановлення та зняття вантажу на палетах стелажні крани-штабелери використовують висувний телескопічний захват (рис. 6.6).

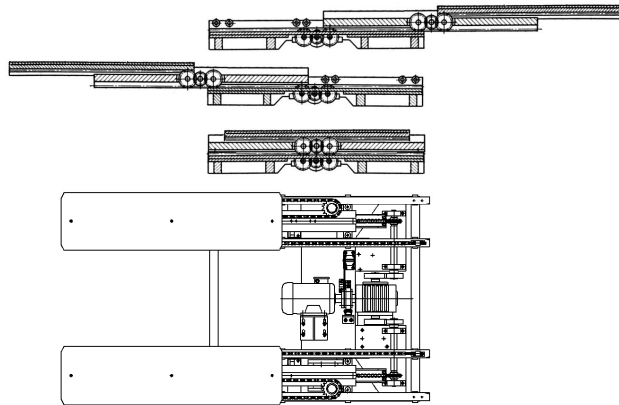


Рис. 6.6. Висувний телескопічний захват для стелажних кранів-штабелерів

Контрольні запитання

1. Що таке штабелер?
2. Які види штабелерів визначають їх класифікацію?
3. Чим відрізняються напольні штабелери?
4. Чим відрізняються електроштабелери?
5. Для чого використовують самохідні штабелери?
6. Для чого використовують вузькопрохідні штабелери?
7. Чим відрізняються річтраки?
8. Для чого використовують збирачі замовлень?
9. Для чого використовують мостовий кран-штабелер?
10. Для чого використовують стелажний кран штабелер?

7 Транспортні системи безперервної дії

7.1 Конвеєрне обладнання

Конвеєр - машина безперервного транспорту, призначена для переміщення сипких, кускових або штучних вантажів.



Рис. 7.1. Конвеєри для переміщення штучних (а) або сипких (б) вантажів

Важливою характеристикою роботи конвеєра є її безперервність. Це вірно і коли конвеєром називають засіб для транспортування вантажів на невеликі відстані, і коли конвеєр - система потокового виробництва на базі рухомого об'єкта для збірки.

Конвеєри для складу є найважливішою ланкою в автоматизації процесів на складі та виробництві, оскільки вони оптимізують, розподіляють і прискорюють потоки товарів і тари.

У складах найбільш поширені такі конвеєрні системи:

- конвеєри для коробок або контейнерів,
- конвеєри для палет,
- електричні підвісні конвеєри.

Конвеєрне обладнання для коробок або контейнерів (для легких вантажів) не просто виконує функцію транспортування вантажів. Конвеєрна система може з'єднувати один з одним різні процеси, автоматично переміщати вантажі в певному напрямку, забезпечувати проміжне зберігання їх до тих пір, поки вони не знадобляться для подальшої обробки (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Конвеєрне обладнання для коробок або контейнерів

Можна виділити такі конвеєри для коробок або контейнерів:

- роликові та стрічкові конвеєри,
- поворотні та з'єднувальні конвеєри,
- накопичувальні конвеєри
- системи зняття вантажів,
- сортувальні системи.

Стрічкові конвеєри призначені для транспортування сипких та штучних вантажів (рис. 7.2). Їх основними конструктивними елементами є робочий орган у вигляді замкнутої конвеєрної стрічки, яка є вантажонесучим та тягловим елементом, привідний та натяжний барабани, натяжний та завантажувальний пристрій і рами.



Рис. 7.2. Стрічкові конвеєри призначені для транспортування штучних вантажів

Роликові конвеєри використовують для транспортування по можливості різноманітних вантажів: від палет і рулонів до спеціальних транспортувальних пристроїв (рис. 7.2). Стабільна конструкція палетних конвеєрів робить їх стійкими до високої температури, забруднень, масла та інших рідин.

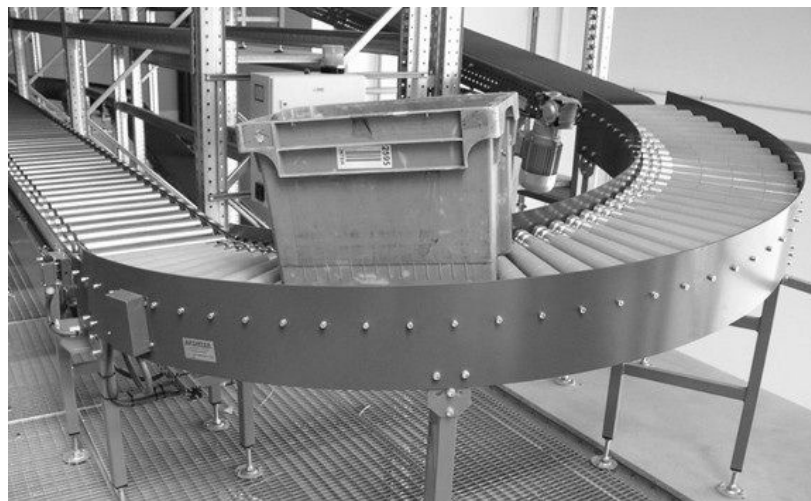


Рис. 7.2. Роликові конвеєри

Трансфери це ланцюгові або роликові пристрої використовуються для зміни напрямку важких вантажів шляхом їх підйому або передачі вперед (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Роликові трансфери

Поворотні столи це електричні столи з електроприводом забезпечують зміну напрямку переміщення вантажу в місцях перетину конвеєрних ліній (рис. 7.4).

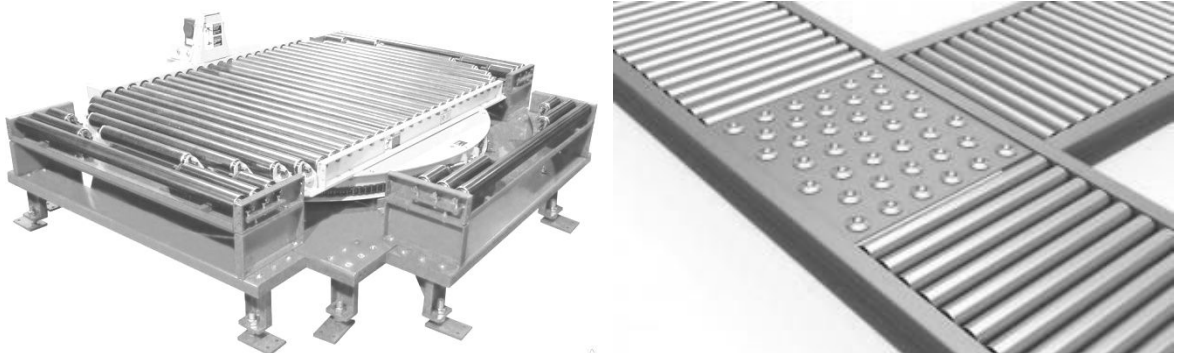


Рис. 7.4. Поворотний роликовий і кульковий стіл

Конвеєри для паллет володіють великим запасом потужності і гнучкості і є ефективним рішенням для різних сфер застосування (рис. 7.5), зокрема, для транспортування, накопичення, буферизації або переміщення вантажів на великі відстані.



Рис. 7.5. Конвеєри для паллет

Електричні підвісні конвеєри. Перевагою таких конвеєрів є гнучке транспортування вантажів по повітря (рис. 7.6).

Підвісні конвеєри займають верхню частину будівлі, переміщують вантажі по повітря і дозволяють реалізувати спеціальні рішення. Від подачі сировини, логістичного з'єднання етапів виробництва або завантаження на склад готових виробів і до передачі палет в зону відвантаження - весь цей комплекс завдань може бути виконаний одним системним рішенням.

Переваги електричних підвісних конвеєрів:

- швидка і надійна транспортування палет,
- економічна вигода для великих дистанцій переміщення,
- для підвищення пропускної здатності можна підвішувати додаткові транспортери,
- забруднення підлоги легко очищаються,
- рівномірна висока продуктивність.

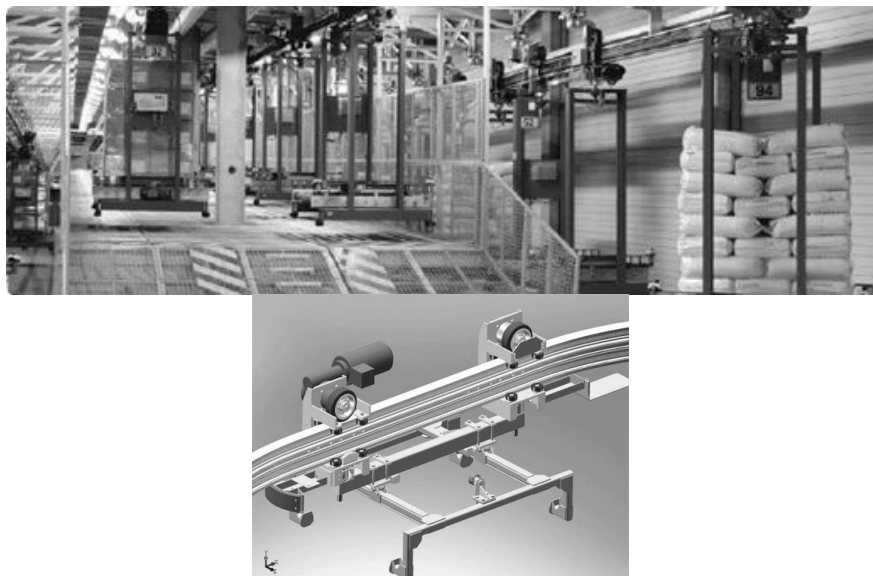


Рис. 7.6. Електричні підвісні конвеєри

7.2 Накопичувальні конвеєри

Конвеєрна лінія, при якій палети з заготівлею рухається в вільному, розімкненому від приводного ланцюга стані. Незалежно від навантажувального кроку зберігання вантажу може відбуватися весь час, поки накопичувальна зона заповнена.

В цьому сегменті виділяють ланцюгові конвеєри, а також ремінні - для більш легких завдань.

Зазвичай застосовуються для зв'язку між виробничими осередками.

Стрічкові та роликові накопичувальні конвеєри.

Стрічкові та роликові накопичувальні конвеєри розроблені для накопичення або буферного зберігання вантажів для їх подальшого транспортування спільно або окремо. Сучасна технологія управління дбайливо запускає в рух вантажі і зупиняє їх, завдяки чому навіть нестійкі і крихкі вантажі надійно і безпечно переміщуються і направляються в буфер.



Рис. 7. 7. Стрічковий накопичувальний конвеєр

Ланцюгові накопичувальні конвеєри.

Ланцюгові конвеєри використовуються у випадках, коли основа вантажоносія досить широка для перекриття ланцюгів. В залежності від потреби можуть використовуватися два, три або чотири ланцюги в конвеєрі для позиціонування вантажу.

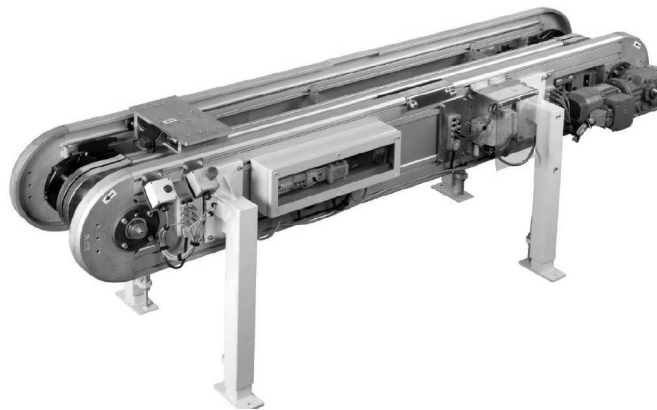


Рис. 7.8. Ланцюговий накопичувальний конвеєр AFS

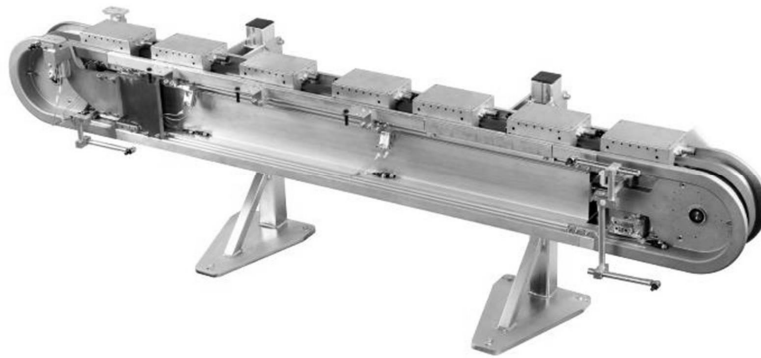


Рис. 7.9. Ремінний накопичувальний конвеєр LFS системи LAT (Патент Leiritz Automotion)

7.3 Сортувальні системи

Існують різні продукти для сортувальних систем, адаптованих під різні вимоги по товарообігу та пропускної здатності в сучасних складських і дистриб'юторських центрах, включаючи стандартизоване управління та програмне забезпечення для оптимізації вантажопотоку і візуалізації послідовності поставок.

Високопродуктивні сортувальники і сортувальні системи оснащені розширеним управлінням, що підтримує також візуалізацію та функціональне управління підсистем для з'єднання, подачі на сортувальник і сортування товару

Лінійний сортувальник (рис. 7.10) забезпечує високий відсоток пропускної здатності в діапазоні від 9.000 до 24.000 вантажних одиниць на годину.



Рис. 7.10. Лінійний сортувальник

У лінійному сортувальника вантажі за допомогою штовхачів впускаються або випускаються в потрібному напрямку. Після цього вони переміщуються знову на вихідну позицію.

Лінійні сортувальники відрізняються не тільки безшумною роботою, вони можуть переміщати велику кількість різних вантажів: від пакетів довжиною 150 мм і вагою 50 г до коробок довжиною 1 метр і вагою 50 кг.

Лінійні сортувальники володіють високою працездатністю і пропускною здатністю. Для їх роботи використовуються індуктивні лінійні двигуни, повністю замінюють двигуни змінного струму, редуктори, ланцюги, вали і шарикопідшипники. Таким чином, відпадає необхідність в мастилi деталей.

Вдосконалений механізм штовхачів і система паралельного впускання і випуску вантажів перешкоджають зупинці маленьких і квадратних пакетів під час сортування. Завдяки впровадженню нової технології відбувається більш ефективна сортування і переміщення також і великогабаритних коробок.

Переваги лінійного сортувальника:

- висока працездатність і тривалий термін служби,

- високий відсоток сортування при низькій швидкості, завдяки цьому - тривалий «життєвий цикл»,
- безшумна сортування великої кількості різних вантажів,
- сучасні інструменти діагностики,
- гладка інтеграція в систему управління складом,
- підтримка звітності про продуктивність системи,
- низький знос і тривалий термін служби лінійних індуктивних двигунів.

Сортувальник з поперечними стрічками (рис. 7.11).



Рис. 7.11. Сортувальник з поперечними стрічками

Високоточний двонаправлений високошвидкісний сортувальник

Окрім сегменти, кожен з яких оснащений своїм власним стрічковим конвеєром, дозволяють сортувальника з поперечними стрічками переміщати продукті з високою точністю до місця призначення. Точки впускання і випуску вантажів можуть бути встановлені на невеликій відстані один від одного, що сприяє економії місця розміщення сортувальника.

Технологія подвійних осередків дозволяє точний двосторонній з'їм вантажів при мінімальній ширині каналів. Завдяки невеликій загальній довжині сортувальника виходить економія площі і максимізація пропускної здатності при маленькій відстані між осередками.

Сортувальник можна запрограмувати на швидкість до 2,5 метрів в секунду, він в стані переміщати і/або сортувати різні вантажі вагою до 50 кг.

Конструкція сортувальника, використовуваного для продуктів харчування, товарів загального призначення, товарів текстильної промисловості, а також для електронної комерції дозволяє переміщати широкий набір різних продуктів, включаючи сортування таких предметів, як маленькі пляшки або пакети.

Переваги сортувальника з поперечними стрічками:

- сортування і транспортування різних вантажних одиниць: коробок, контейнерів, ящиків, упаковок, продуктів харчування, плоских упаковок і поліетиленових пакетів тощо;
- висока точність завдяки налаштованій швидкості переміщення в залежності від обсягу і розмірів вантажу;
- багаторівневий сортувальник: може інтегрувати ухили до 16 °. Двонаправлена система сортування з мінімальною шириною каналів і невеликій довжині сортувальника економить площу і максимізує пропускну здатність при маленьких відстанях між осередками.

Сортувальник із лотками, що нахилиються (Tilt-Tray Sorter) (рис. 7.12).

Точна високопродуктивна сортування великої кількості продуктів

Наприклад, Tilt-Tray Sorter Dematic (сортувальник із лотками, що нахиляються) забезпечує точну високопродуктивну сортування великої кількості товарів. Система має високу швидкість і гнучкість завдяки тому, що механізми управління розроблені спеціально під даний тип сортувальника.

Підходить для широкого асортименту товарів, просте техобслуговування

Сортувальники із лотками, що нахиляються, призначені для сортування різноманітних товарів. Дана технологія відрізняється невисокою потребою в техобслуговуванні і може сортувати товари в різні сторони. Максимальна швидкість досягає 2,5 метрів в секунду.



Рис. 7.12. Сортувальник із лотками, що нахиляються

Великі і громіздкі товари, що займають дві секції, можна під час під час знімання товару виправити шляхом синхронізації похилих рухів лотків. Регулювання скорочує необхідний радіус нахилу, що дозволяє розмістити велику кількість спускних пристроїв в невеликому просторі. З одного боку виходить економія дорогої площі, а з іншого боку це дозволяє скоротити розміри сортувального контуру.

Сортування за допомогою двох модулів сортувальника з невеликою відстанню між осередками гарантує більш високу пропускну здатність.

Переваги сортувальника із лотками, що нахиляються:

- ідеально підходить для важких товарів,
- може переміщати найрізноманітніші товари: пакети, продукти харчування, мішки, коробки, поліетиленові мішки, пластикові контейнери, товари в плоских упаковках,
- максимальне завантаження до 75 кг,
- стабільна і міцна конструкція сприяє довговічності обладнання,
- можливість сортування товару в двох напрямках,
- налаштовувана швидкість в залежності від розміру та ваги товару,
- придатність для низькотемпературної середовища.

Чотиристрічковий сортувальник (Quadbelt) (Високопродуктивний сортувальник) (рис. 7.13).



Рис. 7.13. Чотиристрічковий сортувальник

Чотиристрічковий сортувальник використовує 4 сортувальних стрічки в кожному сортировочном модулі. Головна відмінність від сортувальника з поперечними стрічками полягає в тому, що чотиристрічковий сортувальник може індивідуально управляти кожною зі своїх 4 стрічок. Завдяки своїй унікальній конструкції з 4 осередків сортувальник може завантажувати дрібні товари через одну клітинку, довгі товари - через 2 осередки і великі товари-за допомогою всіх 4 осередків.

Переваги чотиристрічкового сортувальника:

- підходить для транспортування картонаж, пластикових контейнерів і ящиків, пакетів, продуктів харчування, упакованого одягу і поліетиленових мішків;
- висока пропускна здатність без попереднього сортування;
- транспортування товарів різних розмірів;
- висока точність при вивантаженні завдяки регульованій швидкості в залежності від обсягів товарів;
- плавне інтеграція нахилів до 16 градусів при наявності різних рівнів.

Системи знімання вантажу (рис. 7.14).



Рис. 7.14. Системи знімання вантажу

Розроблені для ряду різних завдань з сортування і маршрутизації зони системи знімання вантажів можуть практично використовуватися в умовах, коли необхідна пропускна здатність становить до 5000 коробок на годину. Пропонуються різні системи знімання вантажних одиниць, це наприклад, прямокутні, трансфери або роликові (Rollen-Pop-ups) для сортування коробок.

Контрольні запитання

1. Для переміщення яких вантажів використовують конвеєр?
2. Які конвеєрні системи найбільш поширені у складах ?
3. Для чого використовують роликові та стрічкові конвеєри?
4. Чим відрізняються роликові та стрічкові конвеєри?
5. Для чого використовують трансфери?
6. Для чого використовують поворотні столи?
7. Чим відрізняються підвісні конвеєри?
8. Для чого використовують накопичувальні конвеєри?
9. Для чого використовують сортувальні системи?
10. Чим відрізняються лінійний сортувальник, сортувальник з поперечними стрічками та сортувальник із лотками, що нахиляються?

8 Системи палетування

8.1 Устаткування для укладання палет

Устаткування для укладання палет найчастіше складається з двох пристроїв: палетоукладач або обладнання для укладання товару на палету та палетопакувальники (обмотувальник палет) - спеціальні автоматичні або напівавтоматичні пристрої для обмотки стретчевої плівкою продукції на палетах (піддонах) з метою подальшого перевезення та складування.

Палетоукладчик або обладнання для укладання палет складається з декількох вузлів. Основними є: вузол укладання і підвідний і відвідний транспортери, "магазин" для палет, пристрій управління. Ще одна назва палетоукладчика – палетайзер.

Палетайзер може бути виконаний у вигляді порталних машин або на базі роботів-маніпуляторів (рис. 8.1).

Для автоматичного пакування часто використовують порталні роботи (рис. 8.1, а) завдяки тому, що вони мають кращий доступ до великих ділянок з відповідно великою кількістю палет. При цьому істотно підвищується швидкість і гнучкість системи.

Роботи-маніпулятори (рис. 8.1, б) можуть істотно підвищити швидкість комісіонування завдяки гнучкості й швидкості в рухах.



Рис. 8.1. Палетоукладчик або палетайзер у вигляді порталних машин (а) або на базі роботів-маніпуляторів (б)

Палетайзер - це обладнання, призначене для створення палетів, причому тих, які складаються з декількох шарів. Продукція, яка була упакована на палетайзери, має акуратний і компактний вид, вона захищена від різних зовнішніх впливів і готова до подальшого транспортування.

Не варто плутати палетайзер і пакувальник палет. На палетайзер вся продукція доставляється раніше, він формує рівний прямокутник, який вже в такому вигляді відправляється на подальшу упаковку. Зазвичай обладнання має два режими: виконання простої укладання і формування брикету з декількох шарів.

Основними перевагами палетайзерів вважаються їх робочі характеристики. Це наймовірно продуктивні машини, їх оснащення дає можливість обслуговувати кілька робочих ліній відразу.

Принцип роботи палетайзера полягає в тому, що на конвеєрну майданчик, оснащени палетайзери, подається продукція, що має загальну групову упаковку. Тут її розпаковують і накопичують. Коли продукція накопичується в достатній кількості, спеціальна система зрушує її на стіл. Далі продукція відправляється на дерев'яний піддон,

де між шарами продукції викладаються платини. Після цього продукція, укладена таким чином, відсувається далі для упаковки за допомогою навантажувачів або пересувного конвеєра.

Зазвичай в оснащенні такого обладнання використовуються такі елементи, як піддони з дерева. Це продуктивне обладнання, так як його використання зводить до нуля всі ті помилки, допустити які можна при ручній упаковці. В даний час широке застосування палетайзерів обумовлено тим, що товар повинен надаватися в компактній і надійній тарі, тому вони виконують головну функцію в формуванні хорошої упаковки.

Продуктивність палетайзера зазвичай вимірюють в кількості циклів роботу в хвилину часу. Даний параметр буде залежати від того, яка модель у палетайзера і який у нього вигляд. Середній показник - це виконання близько п'ятнадцяти циклів в одну хвилину.

Портальний палетайзер

Так, наприклад **портальний палетайзер PAL 2800-X** (Goldpack Packaging Systems / Голдпак, Словенія) - повністю автоматичний палетайзер з верхньою подачею для високої продуктивності, здатний укласти до 2200 упаковок на годину (рис. 8.2).

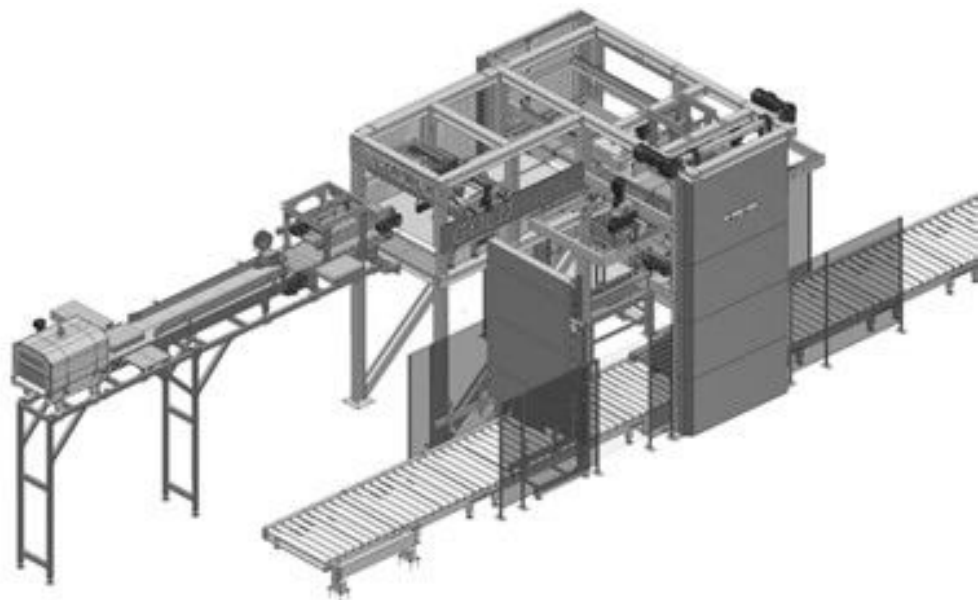


Рис. 8.2. Портальний палетайзер PAL 2800-X

Машина сконструйована для укладання коробок, мішків, упаковок. Укладання здійснюється пошарово за допомогою системи зі зрушується пластиною.

PAL 2800-X управляється контролером для забезпечення високої гнучкості (можливістю збереження різних конфігурацій), надійності і простоти управління, сервісного і регламентного обслуговування.

Продукція надходить по конвеєру на стіл палетайзера, який організовує їх (за допомогою фотоелемента) в залежності від бажаної програми укладання на палеті (піддоні).

У міру досягнення достатньої кількості упаковок на столі, штовхач зіштовхує їх на проміжну пластину і далі на подвійну плиту. У той же час наступний шар готується на проміжній пластині. На початку піддон надходить з магазину порожніх піддонів і зупиняється на станції палетування, а пластина, що штовхає, зіштовхує коробки на піддон.

Після зіштовхування завершального шару на піддон, палети (за умови, що наступний порожній піддон готовий) транспортується до виходу.

Палетайзер на базі роботів-маніпуляторів, повністю автоматизований, він працює за допомогою програмного забезпечення. Такий палетайзер самостійно виконує всі процеси, включаючи поставку на стіл і пересування на піддони (рис. 8.3).

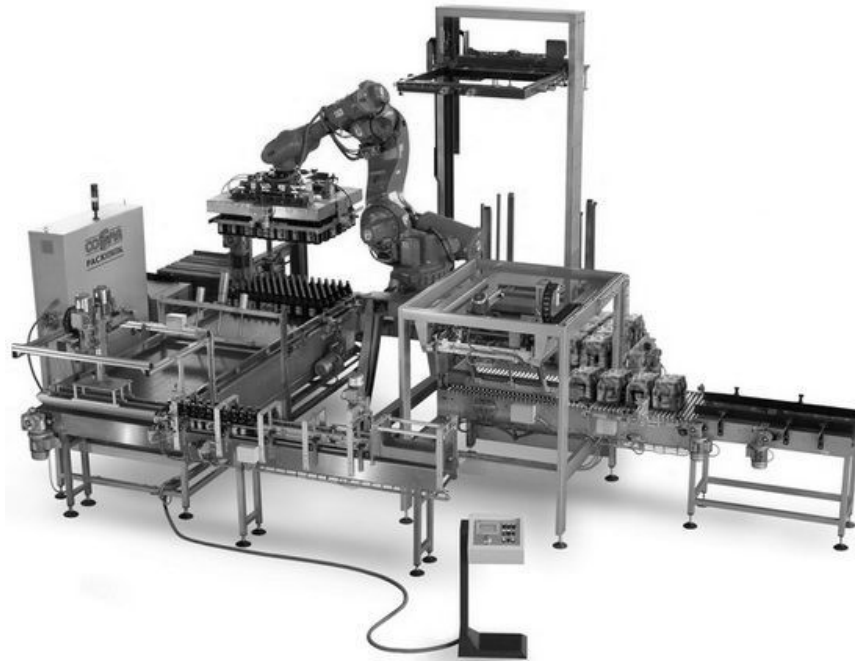


Рис.8.3. Палетайзер на базі роботів-маніпуляторів

Палетоукладчіки на базі роботів-маніпуляторів - високопродуктивні машини. Оптимально підходять для укладання продукції з кількох виробничих ліній. Принцип дії палетайзера на базі роботів-маніпуляторів наведений на рис.8.4.

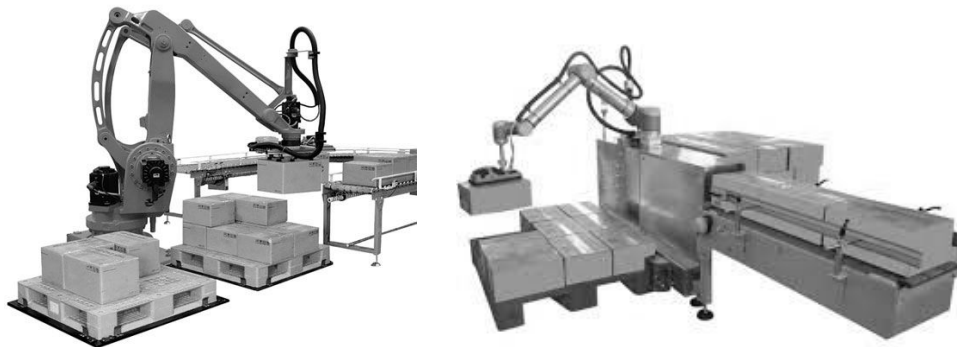


Рис. 8.4. Принцип дії палетайзера на базі роботів-маніпуляторів

Пакувальники палет автоматично формують вантаж на палеті для подальшої упаковки.

Устаткування з укладання продукту на палету незамінне у випадках, коли необхідно упакувати велику кількість продукції в одиницю часу, сформувати високу палету або коли вантаж має велику вагу.

Технологічно палетайзер розташовується між виробничою лінією підприємства і лінією для пакування палет (наприклад, автоматичної лінією для пакування палет стретч плівкою).

Продуктивність палетайзера залежить від потужності виробничої лінії підприємства.

Залежно від того, скільки одиниць продукції (коробів, мішків і т.д.) на годину сходять з виробничої лінії, і вибираються показники лінії для укладання продукту на паллету.

Висока продуктивність: затребуване рішення як на лініях з малої, так і з високою продуктивністю.

Робот-маніпулятор являє собою роботизовану механічну «руку».

Можливість роботи з 10 лініями одночасно: укладання продукції на паллету одночасно з 10 виробничих ліній, 10 різних форматів коробок, при роботі 24 години на добу і 365 днів на рік.

Роботи-палетайзери PAGLIERANI - це високотехнологічне пакувальне обладнання, призначене для укладання продукції на палети (піддони). Великою перевагою робота-палетайзера є можливість паллетизацію продукції одночасно з двох або трьох виробничих ліній (це можливо завдяки оснащенню змінним або універсальним пристроєм захоплення робота) (рис. 8.5).



Рис. 8.5. Роботи-палетайзери PAGLIERANI

Роботи-палетайзери PAGLIERANI працюють за наступним принципом:

- продукція в груповій упаковці (короб, термоусадочний кейс, мішок) подаються на спеціальний конвеєр палетайзера, який розгортає продукт і накопичує в кількості згідно з програмою;
- після накопичення необхідної кількості коробів система зсуву палетайзера переміщує продукцію на накопичувальний стіл, даний процес палетоукладчик виконує циклічно;
- після накопичення на столі палетайзера шару продукту, його спеціальним механізмом переміщують на дерев'яний піддон;
- по необхідності між шарами укладається межслойовою прокладка;
- сформована палета відводиться далі від палетайзера по палетного конвеєру або навантажувачем.

Роботи пакувальники палет PAGLIERANI часто оснащуються спеціальною опцією - магазином дерев'яних піддонів - дештабеллером. Піддони встановлені один на одного в кількості до 15 штук встановлюються в магазин і подаються на укладку продукції палетайзери за потребою.

Ергономічне палетирування ErgoPall

ErgoPall являє собою високопродуктивну систему палетування, що дозволяє оператору ергономічно виконати підбір різних видів товару на палету або роликовий ящик. При цьому дана концепція використовує те ж саме програмне забезпечення і управління, що і система АМСАР для послідовної подачі товару підбирачі, який вручну укладає його на палету.

Ручні операції з підйому товару скорочені до мінімуму. Після укладання одного шару на палеті або роликовому ящику, вони автоматично опускаються, даючи підбирачі можливість продовження процесу без перерви.

Концепція ErgoPall в порівнянні з традиційними ручними технологіями відрізняється більш високою швидкістю і продуктивністю при палетуванні.

Переваги системи ErgoPall:

- дуже висока продуктивність збору замовлень,
- укомплектовані згідно з вимогами клієнта палета або роликовий ящик для більш зручної розвантаження на місці доставки,
- висока щільність палетування скорочує транспортні витрати,
- висока стійкість вантажу,
- ергономічний дизайн.

Автоматичне палетування збірних палет (рис. 8.6).



Рис. 8.6. Автоматичне палетування збірних палет

Автоматичне палетування різних товарів АМСАР являє собою високопродуктивну систему автоматичного палетування різних товарів з урахуванням актуальних вимог торговців і виробників.

Обробка різних товарів. За допомогою унікальної системи захоплення вантажу АМСАР може обробляти до 10.000 різних артикулів, включаючи маленькі ящики, жерстяні банки, піддони зі скляною тарою, відкриті або закриті коробки, різні упаковки напоїв, а також мішки і великі нестійкі паперові позиції.

Найвища точність при високій продуктивності

Вся концепція АМСАР забезпечує найвищу продуктивність палетування. Процес палетування, починаючи з подачі продуктів, їх захоплення і закінчуючи їх розміщенням на палеті відбувається при високій швидкості і не переривається до перемикання на нову палету. Рішення АМСАР відрізняється більш високою швидкістю і продуктивністю в порівнянні з традиційними автоматичними системами.

Відвантажувальні палети, укомплектовані з урахуванням вимог клієнтів.

Продумане програмне забезпечення заздалегідь прораховує правильне палетирування відповідно до вимог клієнтів. Для розрахунку послідовності формування палет за основу беруться такі базові характеристики, як розміри артикулів, їх вага та пакувальні параметри.

Автоматичні системи палетування працюють надійно цілодобово. Їх можна настроїти таким чином, щоб укладання товару на палету відбувалася окремими коробками або цілими шарами, наприклад, при роботі з високо динамічною системою.

8.2 Пакувальники палет

Палетопакувальник (обмотувальник палет) - пакувальне обладнання, призначене для обмотки і фіксування вантажів на піддоні за допомогою стретч-плівки. Подібні

апарати швидко і акуратно виконують обмотку плівкою покладеного на піддон вантажу. Існують автоматичні і напівавтоматичні обмотувальники палет. Напівавтоматичні можуть бути стаціонарні, мобільні або з рукою, що обертається. Всі моделі з різним набором функцій для відповідності потребам конкретних вимог до обмотці вантажу на палеті. Таке обладнання використовується в самих різних сферах, вони практичні, прості в експлуатації і швидко окупаються за рахунок економії стретч-плівки.

Напівавтоматичні палетопакувальники.

Напівавтоматичні палетопакувальники - машини, для роботи яких необхідно постійна присутність оператора. Оператор встановлює палет, закріплює кінець плівки за вантаж, запускає цикл обмотки, в кінці циклу обрізає плівку і відвозить палет. Є кілька типів напівавтоматичних палетопакувальників:

- з обертовим столом,
- з рукою, що обертається,
- на основі мобільного робота.

Напівавтоматичні палетопакувальники з обертовим столом

Найпоширеніші палетопакувальники. Вантаж встановлюється на платформу і обертається під час обмотки (рис. 8.7). Платформа має висоту від 70 до 90 мм, тому для установки вантажу на платформу гідравлічними візками необхідно використовувати пандус або поглиблювати підставу на рівень підлоги.



Рис. 8.7. Напівавтоматичні палетопакувальники з обертовим столом

Напівавтоматичні палетопакувальники з рукою, що обертається

Під час обмотки вантаж знаходиться нерухомим. Рулон з плівкою переміщується по руці та обертається разом з рукою навколо палета з вантажем (рис. 8.8). Переваги даного методу, що вантаж знаходиться нерухомим під час обмотки. Для позиціонування ручного або самохідного візка немає необхідності в пандусі або в поглибленні підстави в підлогу. Мінус даного обладнання - більша вартість і великі розміри.



Рис. 8.8 Напівавтоматичні палетопакувальники з рукою, що обертається

Мобільні палетопакувальники

Мобільні палетопакувальники обмотують нерухомий вантаж (рис. 8.9). Машина за допомогою ручного кнопкового управління підвозиться до вантажу. Оператор закріплює кінець плівки за вантаж і запускає цикл обмотки. Машина сама їздить навколо палета, обмотуючи його знизу вгору і назад. В кінці циклу оператор обрізає плівку і підвозить машину до наступного палету. Цим способом економиться час на завантаження / розвантаження палет. Поки машина обмотує палет, оператор може підвезти новий палет для обмотки або відвезти вже обмотаний палет.



Рис. 8.9. Мобільні палетопакувальники

Автоматичні палетопакувальники

Автоматичні палетопакувальники (рис. 8.10) - працюють без присутності оператора. Вантаж переміщається по конвеєру. Продуктивність може бути від 10 до 140 палет в годину. Дані машини можуть бути оснащені великою кількістю додаткових опцій і можуть бути адаптовані для упаковки палет різних розмірів.

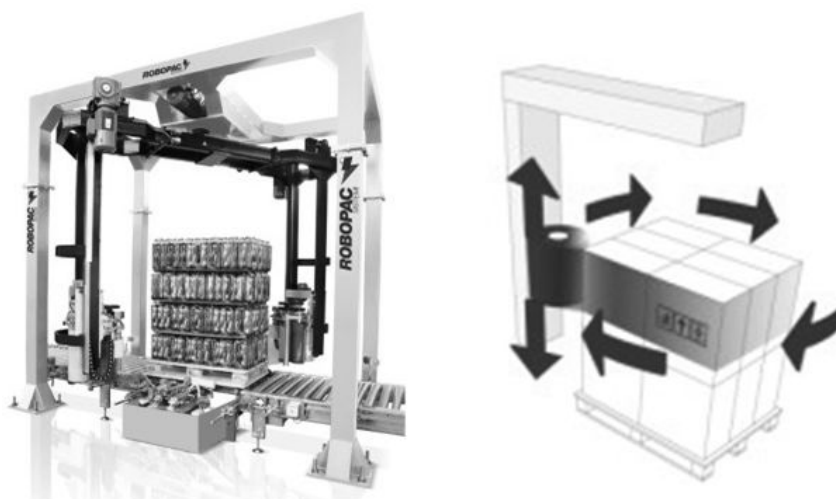


Рис.8.10. Автоматичні палетопакувальники

Стретч плівка

Стретч плівка (від англ. Stretch - розтягуватися) - пластикова плівка, що розтягується, яка служить для упаковки будь-яких товарів або вантажів на піддонах.

Стретч-плівка - пакувальний матеріал. Для її виробництва використовуються сополімери етилену з альфа - олефінами, спеціальні марки лінійного поліетилену низької щільності. Ці полімери характеризуються значною деформативністю в твердому стані, що досягає для окремих марок 500-600% при порівняно невисоких міцності властивості. Стретч-плівку виробляють за традиційною рукавної або плоскощільній технології з гранульованого сировини.

Зазвичай, товщина такої плівки становить від 8 до 40 мкм, ширина до 1500 мм. Плівка може бути одно- і багатошаровою.

Основні споживчі властивості стретч-плівки наступні:

- відносна величина розтягування, в межах плівка може бути розтягнута при обгортанні продукції із забезпеченням гарантованого скріплення предмета упаковки, без освіти в ній розривів і надривів (для різних марок це значення може становити від 50 до 500%);
- міцність;
- відносне подовження в поздовжньому і поперечному напрямках;
- стійкість до проколу і розриву;
- прозорість;
- стягуюче зусилля - зусилля, що створюється залишковим напруженням в плівці після її розтягування при обмотці або упаковці об'єктів.

Стретч-плівка буває трьох видів:

- ручна або для ручної обмотки (як правило, ширина рулону стретч-плівки для ручної упаковки становить 125мм - 500 мм, з намотуванням до 450 метрів; зазвичай, плівка має товщину від 8 до 23 мкм);
- машинна (автоматична) або для машинної обмотки (упаковка здійснюється за допомогою спеціалізованих машин - палетопакувальників, тому при виборі машинної стретч-плівки, особливу увагу слід звернути на можливості обладнання);
- джамбо-ролик (служить для перемотування джамбо-ролика в ручний стретч).

Вихідним матеріалом пакувальної стрейч плівки є стрейч плівка джамбо.

Джамбо ролики - це великі рулони стрейч плівки, які за технологією первинно напрацьовуються після екструдера термопластавтоматів. Вони служать вихідним матеріалом для подальшої перемотування на спеціальних перемотувальних машинах в товарні ролики пакувальної стрейч плівки.



Рис.8.11. Вихідні матеріали пакувальної стрейч плівки - джамбо ролики

Стретч-плівка - відмінний захист продукції від бруду, пилу, вологи і різного роду випадкових механічних пошкоджень, також, стретч чудово фіксує транспортується продукцію на дерев'яних та пластикових піддонах.

Так як плівка, використана в якості пакувального матеріалу, розтягнута і працює в умовах постійного значення відносного подовження, то чинне в ній напруження розтягування змінюється в часі по експоненті.

З плином часу стягуюче зусилля в плівці буде зменшуватися, і тим швидше, чим вище температура навколишнього середовища, так як зі збільшенням температури релаксаційні процеси прискорюються. Тому слід враховувати, що щільно упакувавши вантаж стретч-плівкою, наприклад в умовах зимового міста, що знаходиться на півночі, і направивши його, наприклад, в Австралію, можна зіткнутися зі зменшенням величини стягиваючого зусилля плівки.

Контрольні запитання

1. Яке устаткування використовується для укладання палет?
2. Назвіть основні типи палетоукладчиків?
3. В чому полягає принцип роботи палетайзера?
4. Чим відрізняються порталні палетайзери?
5. Чим відрізняються палетайзери на базі роботів-маніпуляторів?
6. Які функції виконують палетопакувальники (обмотувальники палет)?
7. Як працюють палетопакувальники з обертовим столом?
8. Як працюють палетопакувальники з рукою, що обертається?
9. Як працюють мобільні палетопакувальники?
10. Для чого використовується стретч-плівка?

9. Транспортні мобільні роботи

9.1. Типи транспортних мобільних роботів

На сучасних складах для переміщення вантажу широко використовують транспортні роботи або автоматично керовані транспортні засоби (англійською мовою Automated Guided Vehicle - AGV, німецькою мовою Fahrerloses Transportfahrzeug - FTTF).

Транспортні мобільні роботи можуть бути з примусовою або довільною траєкторією переміщення.

Транспортні мобільні роботи з примусовою траєкторією переміщення переміщуються по рейкам. В залежності від розташування рейок можуть бути підвісні, підлогові і комбіновані засоби переміщення.

Більш гнучке застосування забезпечують підлогові безрейкові автоматичні візки (робокари). Траєкторія переміщення при цьому визначається різними засобами персональної, локальної та глобальної навігації.

Транспортні мобільні роботи можуть виконувати тільки функції переміщення об'єктів, а для встановлення вантажу використовуються додаткові пристрої навантаження та розвантаження.

Пристрої навантаження та розвантаження можуть бути встановлені безпосередньо на транспортному роботі. При цьому вони можуть бути обладнані маніпуляторами, вилочними захоплюючими пристроями, підйомними і підйомно-поворотними столами, висувними штангами для підйому і фіксації на потрібній висоті піддонів з вантажами або касет з заготовками, роликowymi або стрічковими транспортерами.

Транспортні мобільні роботи можна також умовно поділити на транспортні платформи, що призначені для встановлення на них вантажу, та транспортні роботи, що переміщують вантаж за допомогою захоплюючих пристроїв.

9.2. Транспортні мобільні роботи

Прикладом транспортних роботів з примусовим переміщенням є автоматизовані транспортно-складські системи з автоматизованими кранами-штабелерами та система супутникових стелажних складів.

На рис. 9.1 наведена транспортно-складська система з автоматизованими стелажними кранами-штабелерами.

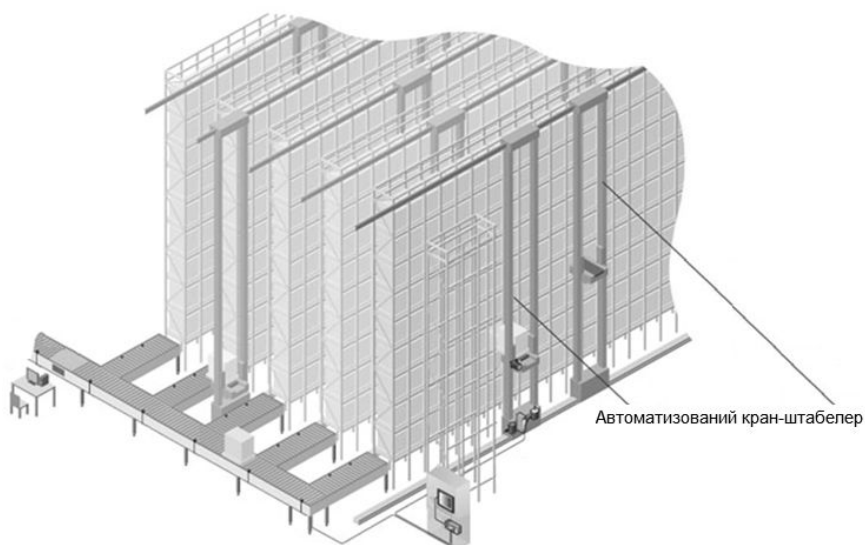


Рис. 9.1. Транспортно-складська система з автоматизованими стелажними кранами-штабелерами

Такі стелажні крани-штабелери мають опорний та підвісний візки, між якими вертикально розміщені одна або дві колони. По колонах пересувається вантажопідійомник, що має приймальний стіл, на який за допомогою телескопічного захоплюючого пристрою встановлюється вантаж.

Система супутникових стелажних складів представляє собою стелажний склад, де переміщення вантажів усередині стелажу здійснюється за допомогою спеціальних супутникових візків з автоматичним керуванням. Візки переміщуються всередині каналів стелажів на одному рівні по рейкам. Переміщення між рівнями здійснює підійомник (рис. 9.2).

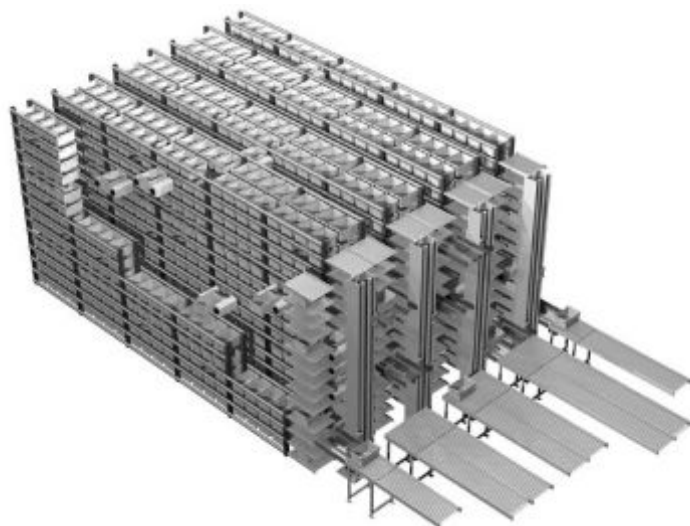


Рис. 9.2. Система супутникових стелажних складів

Система керування забезпечує одночасне переміщення певної кількості візків по встановленим маршрутам. Вантаж знаходиться у стандартних контейнерах. Операції встановлення та зняття контейнерів з вантажем з комірок стелажу здійснюється за допомогою захоплюючих пристроїв, встановлених на візку. При встановленні контейнер з вантажем доставляється у вихідну позицію, з якої він переміщується в задану комірку стелажу. Зняття здійснює найближчий візок, який доставляє контейнер з вантажем у визначену позицію.

Таким чином усю операцію з переміщення вантажу всередині зони зберігання бере на себе супутниковий візок, що переміщується по встановленому маршруту. Передача даних у таких системах здійснюється за допомогою бездротових засобів передачі даних, або засобів, що здійснюють передачу даних та живлення по рейкам.

На рис. 9.3 наведена супутникова транспортна система Dematic Multishuttle, яка крім візків, що переміщується по рейкам, має додаткові візки, що забезпечують вільне переміщення супутників по території складу.

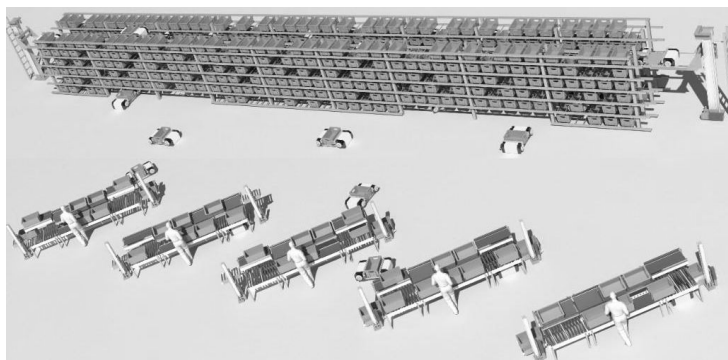


Рис. 9.3. Супутникова транспортна система Dematic Multishuttle

На рис. 9.4 наведені приклади захоплюючих пристроїв, що використовуються на супутникових транспортних системах, а саме, з стрічковим транспортером та з телескопічним захоплюючим пристроєм.

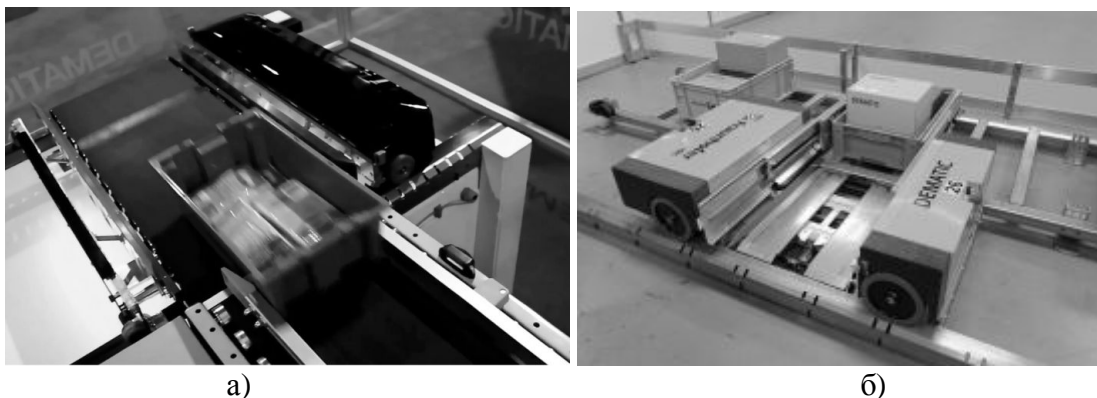


Рис. 9.4. Приклади захоплюючих пристроїв, що використовуються на супутникових транспортних системах:
а - з стрічковим транспортером;
б - з телескопічним захоплюючим пристроєм

Живлення супутників може здійснюватися за допомогою акумуляторів або по металевих рейках.

Рейки можуть також здійснювати обмін даними між супутниками для забезпечення взаємодії, а також між супутниками та загальною системою керування.

Більш універсальними є мобільні транспортні роботи з довільною траєкторією переміщення або автономні мобільні роботи – АМР.

В наш час різні фірми випускають досить велику кількість таких роботів, тому розглянемо деякі з них.

Певну кількість транспортних мобільних роботів у вигляді транспортної платформи випускає фірма Neobotix.

На рис. 9.5 наведена мобільна платформа MP-500.

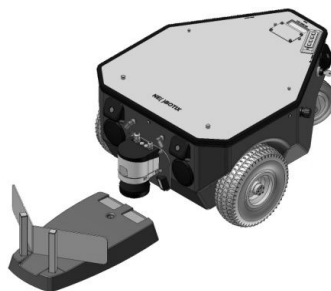


Рис. 9.5. Мобільна платформа MP-500

Цей мобільний робот був створений як компактна динамічна платформа, що може бути легко адаптована до виконання більшості промислових застосувань, в яких вона може виконувати різні функції автоматичного транспорту. За потребою на ньому можна встановлювати пристрої для встановлення вантажу. На рисунку показаний пристрій для заряду акумуляторів.

За потребою MP-500 може бути адаптована до специфічних вимог замовника в залежності від того, які завдання він повинен виконувати.

Мобільна платформа MP-500 має такі технічні характеристики:

- вантажопідйомність: 80 кг;

- розміри: 814 x 592 x 361 (LxVxH);
- вага: ~70 кг;
- швидкість переміщення: <1,5 м/с.

Мобільна платформа МРО-500 (рис. 9.6) є всеспрямованим транспортним роботом, що може переміщуватися у будь-якому напрямку завдяки Mecanum-коласам. Це дозволяє реалізувати досить складні траєкторії переміщення в обмежених просторах.



Рис. 9.6. Мобільна платформа МРО-500

Мобільна платформа МРО-500 має такі технічні характеристики:

- вантажопідйомність: до 150 кг;
- розміри: 986 x 662 x 409 (LxVxH);
- вага: ~80 кг;
- швидкість переміщення: <0,8 м/с.

Мобільна платформа МР-700 (рис. 9.7) має підвищену стійкість, що дозволяє встановлювати на неї додаткові компоненти.



Рис. 9.7. Мобільна платформа МР-700

Мобільна платформа МР-700 має такі технічні характеристики:

- вантажопідйомність: 300 кг;
- розміри: 786 x 717 x 411 (LxVxH);
- вага: ~170 кг;
- швидкість переміщення: <1,0 м/с.

Мобільна платформа МРО-700 (рис. 9.8) є всеспрямованим транспортним роботом, що може переміщуватися у будь-якому напрямку завдяки наявності 4 двовісних модулів повороту та переміщення Omni-Drive-Module. Це дозволяє реалізувати досить складні траєкторії переміщення в обмежених просторах.

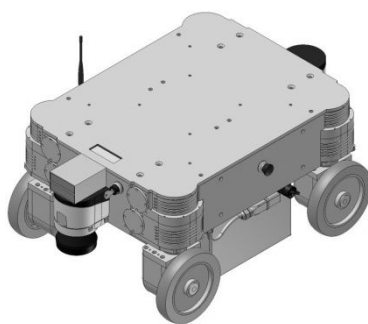


Рис. 9.8. Мобільна платформа МРО-700

Мобільна платформа МРО-700 має такі технічні характеристики:

- вантажопідйомність: 300 кг;
- розміри: 741 x 509 x 348 (LxВxH);
- вага: ~120 кг;
- швидкість переміщення: <1,0 м/с;

Транспортний робот МТ-400 (рис. 9.9) має встановлений роликівий транспортер, що дозволяє знімати та встановлювати вантаж з конвеєрів (рис. 9.10).



Рис. 9.9. Транспортний робот МТ-400



Рис. 9.10. Встановлення та знімання вантажу з конвеєрів.

Транспортний робот МТ-400 має такі технічні характеристики:

- вантажопідйомність: до 150 кг;
- розміри: 590 x 559 x 600 (LxВxH);
- вага: ~70 кг;
- швидкість переміщення: <1,5 м/с.

Серед транспортних мобільних роботів фірми Kuka є транспортні роботи, що призначені для переміщення великих вантажів. Один з таких транспортних роботів KUKA-omniMove, наведений на рис. 9.11.

Цей робот може перевозити вантажі від 3 т до 45 т, що встановлюються на платформу довжиною до 7,2 м та шириною до 2,2 м.

Робот може мати до 20 Месаум-колес, що дозволяє здійснювати всепрямоване переміщення зі швидкістю до 5 км/год.

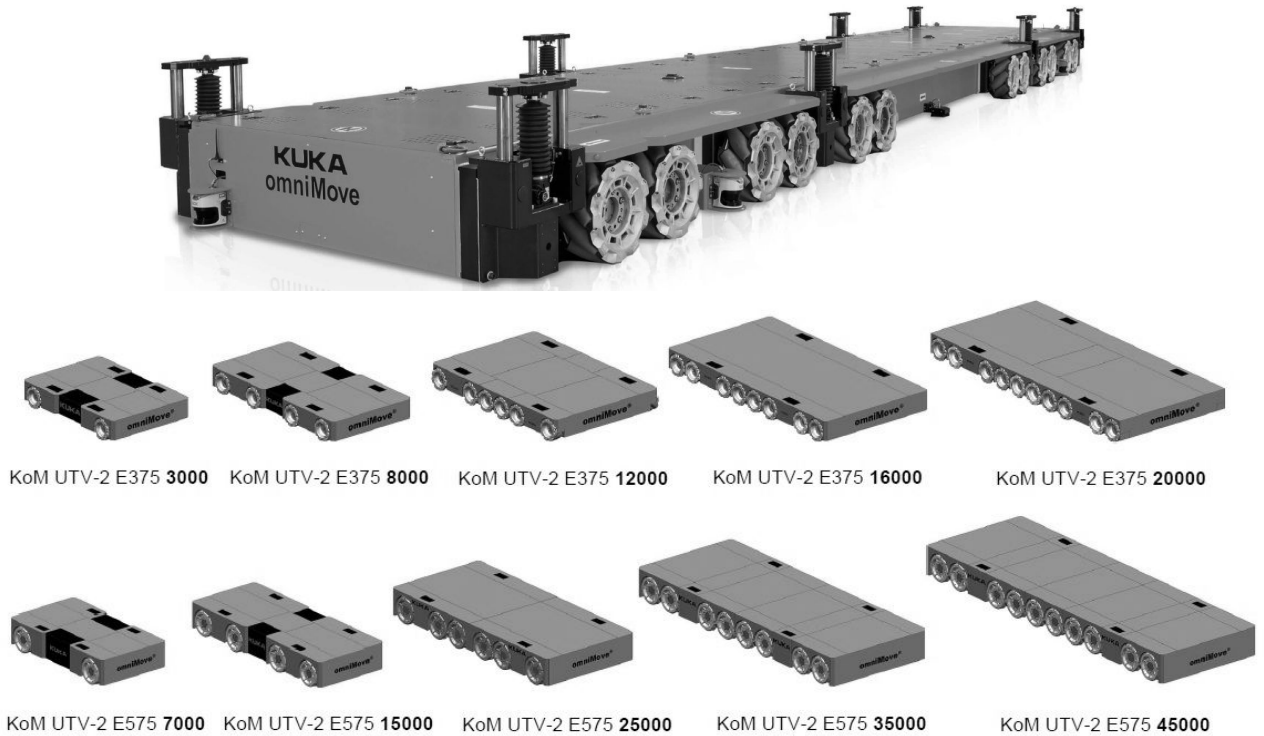


Рис. 9.11. Транспортний робот KUKA-omniMove

Система навігації на основі лазерних сканерів забезпечує точність позиціонування ± 5 мм.

Додаткові засоби оптичного маршрутослідкування дають можливість підвищити точність позиціонування до ± 1 мм.

За потребою транспортні роботи можуть з'єднуватись, створюючи єдину платформу (рис. 9.12).



Рис. 9.12. З'єднання транспортних роботів для створювання єдиної платформи

Є можливість здійснювати сумісне переміщення окремих роботів (рис. 9.13) для переміщення вантажів з великою довжиною. Встановлення вантажу здійснюється шляхом підйому платформи.



Рис. 9.13. Сумісне переміщення транспортних роботів для вантажів з великою довжиною.

Для переміщення невеликих вантажів з встановленим маніпулятором для навантаження та розвантаження використовується мобільний робот KUKA Mobile Robotik iiwa (KMR iiwa) (рис. 9.14).

Цей робот призначений для переміщення невеликих вантажів, що знаходяться в контейнерах. Маніпулятор здійснює навантаження та розвантаження, встановлюючи контейнери з стелажів на платформу робота з наступним переміщенням робота та встановленням вантажу у визначену позицію.

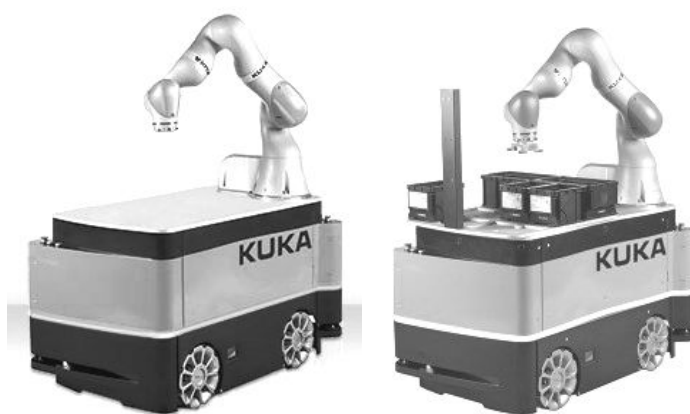


Рис. 9.14. Мобільний робот KUKA Mobile Robotik iiwa (KMR iiwa)

На робот може встановлюватися додаткове обладнання, наприклад, на рис 9.15 показаний додатковий пристрій для зчитування штрих-коду.



Рис. 9.14. Переміщення вантажу у контейнерах з ідентифікацією шляхом зчитування штрих-коду

Для переміщення великої кількості вантажів використовують причіпні візки, як, наприклад, це здійснює фірма dpm - Daum + Partner Maschinenbau GmbH (рис. 9.15).

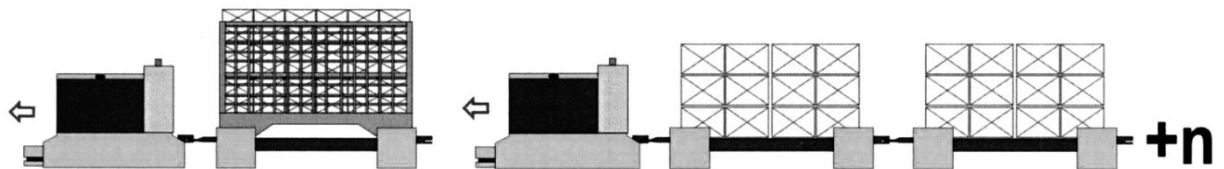


Рис. 9.15. Транспортні роботи з причіпними візками

Для переміщення вантажів, що встановлені на палети, використовують так звані подвійні полози (Doppelkufensystem), які здійснюють синхронне переміщення (рис. 9.16).

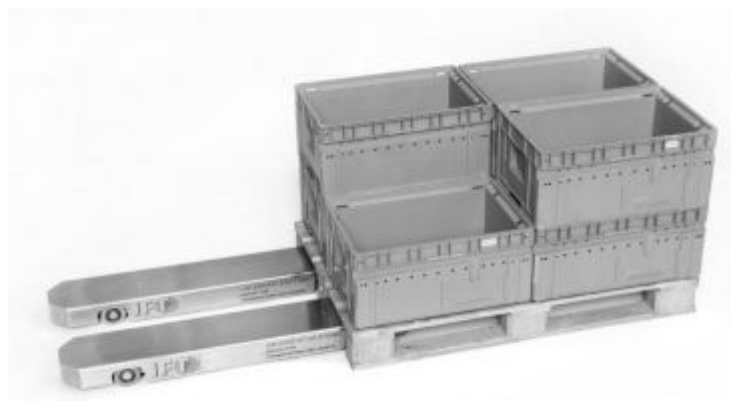


Рис.9.16. Переміщення палет за допомогою подвійних полозів

Переміщення здійснюється за допомогою двох пар рульових коліс з незалежним керуванням швидкості обертання кожного колеса та керуванням куту повороту (рис. 9.17). Встановлення палети здійснюється шляхом підйому полозів завдяки обертанню коліс на місці (як це показано на рис. 9.17, б).

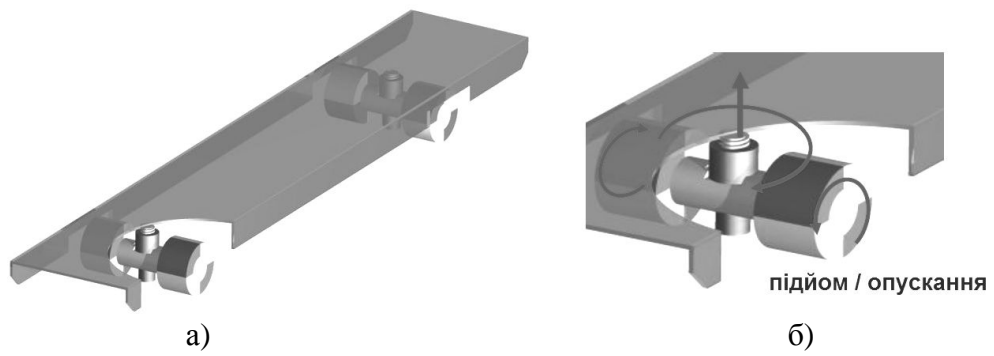


Рис. 9.17. Конструкція полозу (а) та принцип підйому/опускання (б)

На рис. 9.18 наведені можливі варіанти переміщення полозів з вантажем.

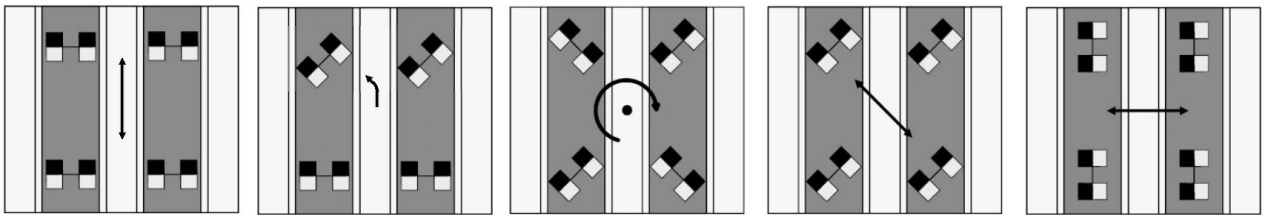


Рис. 9.18. Можливі варіанти переміщення полозів з вантажем

Для переміщення вантажу на палетах найчастіше використовують автоматичні вилочні навантажувачі. Так, наприклад, фірма Rosla випускає досить велику кількість різних автоматичних штабелерів. Поряд з вилочними навантажувачами, що наведені на рис. 9.19, є навантажувачі з затискними захоплюючими пристроями та пристроями для перенесення різних вантажів, наприклад, рулонів паперу (рис. 9.20).

Для переміщення вилочні навантажувачі використовують диференційний привод або привод типу трицикл.

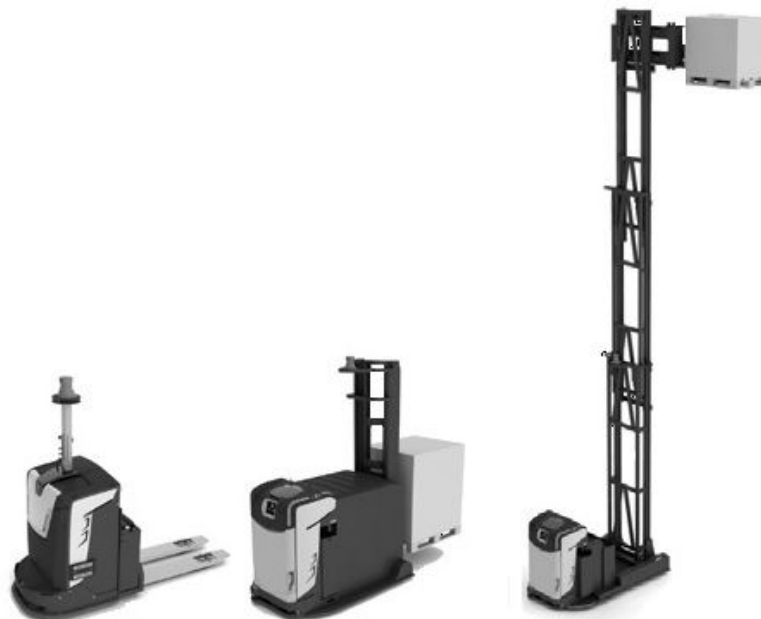


Рис. 9.19. Автоматичні штабелери фірми Rosla



Рис. 9.20. Навантажувачі з захоплюючими пристроями для перенесення різних вантажів

9.3. Захоплюючі пристрої транспортних мобільних роботів

Встановлення та зняття вантажу з транспортних мобільних роботів може здійснюватися за допомогою сторонніх засобів, або засобів, що встановлені на самому роботі. До таких засобів можна віднести виловний захоплюючий пристрій, транспортер, підйомний пристрій.

Виловний захоплюючий пристрій використовується на автоматичних навантажувачах (рис. 9.21).



Рис. 9.21. Автоматичний навантажувач з виловним захоплюючим пристроєм

Такі мобільні роботи призначені для встановлення та зняття вантажу з стелажів на складах. Вантаж при цьому знаходиться на стандартних палетах.

Для підйому вилочного захоплювача найчастіше використовують гідравлічні приводи. На рис. 9.22 наведена схема вантажопідйомного пристрою навантажувачів, де: 1 - рама; 2 - направляючі вантажної каретки; 3 – виловний захоплювач; 4 – поршень підйому; 5 - гідроциліндр підйому; 6 - шток; 7 - поперечина; 8 - зірочки; 9 - внутрішні стойки (рухливі); 10 - зовнішні стойки (нерухомі)

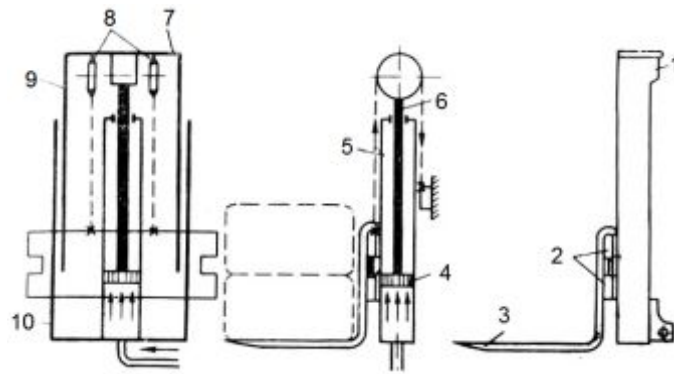


Рис. 9.22. Схема дії вантажопідйомного пристрою навантажувачів

Для встановлення вантажу також використовують підйомні засоби (рис. 9.23). При цьому вантаж треба встановлювати на відповідні опори.



Рис. 9.23. Встановлення вантажу за допомогою підйомних засобів

Для встановлення вантажу на робот використовують транспортери у вигляді стрічкового або роликового конвеєра (рис. 9.24).



Рис. 9.24. Транспортери у вигляді стрічкового або роликового конвеєра

Контрольні запитання

1. Як можна встановити траєкторію переміщення мобільного робота?
2. Як можна поділити транспортні роботи за функціональною ознакою?
3. Наведіть приклади мобільних роботів з примусовим переміщенням.
4. Чим відрізняється система супутникових стелажних складів?

5. Наведіть приклади мобільних роботів з довільною траєкторією переміщення.
6. Які засоби використовують для встановлення вантажу на транспортний робот?
7. Чим відрізняються транспортні роботи фірми Кіка для переміщення великих вантажів?
8. Як здійснюється переміщення вантажів за допомогою подвійних полозів?
9. Які типи транспортних роботів використовує фірма Rosla?
10. Які засоби встановлення вантажу використовують транспортні роботи?

10 Навігація транспортних роботів

10.1 Типи та засоби навігації транспортних роботів

Важливою задачею, яку треба вирішувати при використанні транспортних роботів є переміщення вантажу у відповідне місце складу. Таке переміщення транспортних роботів на складах здійснюється за допомогою різних систем навігації.

Система навігації — здійснює функцію орієнтування робота та його виконавчих органів у тривимірному світі і функцію прокладення раціональних маршрутів для переміщення робота. Ця система здійснює також визначення положення робота з заданою точністю, а таким чином виконує функцію позиціонування мобільного робота. Система навігації може бути окремою системою або частиною системи управління мобільним роботом.

Розрізняють такі системи навігації:

персональні – позиціонування окремих частин робота та визначення їх положення відносно зовнішніх предметів, що актуально для маніпуляторів, що переміщують предмети між зовнішніми об'єктами;

локальні – визначення координат відносно деякої (за звичай стартової) точки, що актуально при переміщенні у визначених приміщеннях, наприклад, на технологічних ділянках або у складах;

глобальні - визначення абсолютних координат робота при переміщенні за допомогою зовнішніх засобів навігації (наприклад GPS), що актуально при переміщенні по довгим маршрутам.

Системи персональної навігації засновані на використанні датчиків положення окремих частин робота та датчиків для визначення положення зовнішніх об'єктів відносно робота.

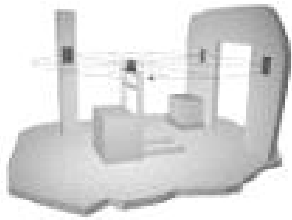
Системи локальної навігації заснована на отриманні інформації з датчиків, що знаходяться на самому роботі. До таких систем можна віднести, наприклад, системи маршрутослідкування з використанням та індуктивних датчиків, що використовують вказівники маршруту у вигляді дроту, по якому протікає струм, оптичних датчиків, що використовують вказівники маршруту у вигляді кольорових смуг, та ідентифікатори на шляху пересування робота (рис. 10.1).



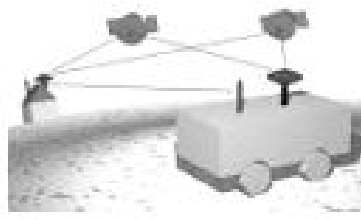
Рис. 10.1. Системи локальної навігації

Системи глобальної навігації засновані на створенні мапи або плану місцевості, де переміщується робот та визначення положення роботу на цьому плану.

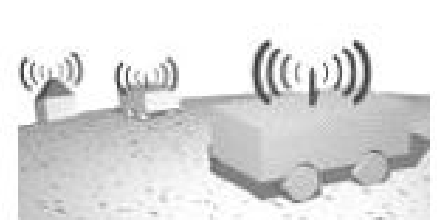
Ця інформація використовується для визначення траєкторії переміщення робота. Для визначення положення робота використовують різні засоби, наприклад, лазерні системи, системи супутникової навігації GPS, системи радіоуправління (рис. 10.2).



Лазерна система навігації



Супутникова система навігації (GPS)



Навігація за допомогою радіоуправління

Рис. 10.2. Системи глобальної навігації

Системи навігації класифікуються ще за однією ознакою - вони можуть бути **пасивними і активними**. Пасивна система навігації передбачає прийом інформації про власні координатах та інших характеристиках свого руху від зовнішніх джерел, а активна розрахована на визначення місця розташування тільки своїми силами.

Як правило, всі глобальні схеми навігації пасивні, локальні можуть бути бувають активними і пасивними, а персональні схеми - завжди активні.

До систем навігації можна віднести також пристрої визначення перешкод, оскільки отримана з них інформація використовується для корекції траєкторії пересування.

10.2 Персональна навігація транспортних роботів

Персональна навігація відповідає за здатність коректного взаємного розташування частин робота та робота і його частин відносно об'єктів навколишнього середовища для переміщення по необхідній траєкторії, а також уникання зіткнення шляхом відповідного керування приводами маніпулятора та засобів переміщення робота.

При цьому треба вирішувати такі завдання:

- управління мобільними роботами для переміщення по необхідній траєкторії;
- виявлення різних об'єктів (у тому числі перешкод) навколо робота та їх координат відносно робота;
- уникання зіткнень з небажаними зовнішніми об'єктами;
- коректна взаємодія (включаючи маніпулювання) з зовнішніми об'єктами.

Персональна навігація заснована на отриманні інформації з датчиків, що знаходяться на самому роботі. При цьому використовуються датчики внутрішньої інформації для визначення положення та переміщення як окремих частин, так і самого робота (датчики лінійного та кутового переміщення), а також датчики зовнішньої інформації для визначення положення та переміщення як окремих частин, так і самого робота відносно зовнішніх об'єктів (датчики для визначення відстані та пристрої візуального спостереження – машинного зору).

Ці датчики забезпечують досить високу точність визначення положення окремих частин робота відносно одна одної та відносно зовнішніх об'єктів.

Так засоби одометрії дають можливість визначити шлях, траєкторію та швидкість переміщення за допомогою датчиків кута обертання коліс. Недоліком таких засобів є накопичування помилки визначення траєкторії переміщення.

При використанні засобів одометрії траєкторію переміщення можна задавати виходячи з шляху, яких проходять колеса робота.

Для визначення траєкторії переміщення найчастіше використовується лінійне переміщення та переміщення по колу з заданим радіусом.

На рис. 10.3 та рис. 10.4 наведено визначення траєкторії переміщення за допомогою переміщення по дузі з заданим радіусом R та кутом повороту $\Delta\theta$, а також

лінійного переміщення на відстань l_V , відповідно, для триколісного робота (трициклу) та робота з диференційним приводом.

При використанні одометричного датчика визначення шляху переміщення здійснюється за допомогою вимірювання кута переміщення колеса.

Шлях l , що проходить колесо при обертанні на кут φ дорівнює

$$l = d \varphi / 2, \text{ або } l = \pi d \varphi / 360^\circ, \quad (10.1)$$

де d - діаметр колеса, φ та φ° кут обертання колеса, відповідно, у радіанах або градусах.

Це дає можливість визначити зв'язок кута обертання колеса та шляху, який проходить робот при лінійному переміщенні на відстань l_V .

Зв'язок кута обертання колеса та шляху, який проходить робот при кутовому переміщенні залежить від типу привода, що здійснює переміщення.

Для триколісного робота (рис. 10.3), як було показано вище, радіус дузі повороту робота R , кут повороту робота $\Delta\theta$, кут повороту ведучого колеса відносно робота s , переміщення ведучого колеса $l_{\Delta\theta}$ та відстань між ведучим та опорними колесами L пов'язані такими залежностями

$$R = \frac{L}{\tan s} \quad \Delta\theta = \frac{l_{\Delta\theta} \sin s}{L} \quad \tan s = \frac{L}{R} \quad (10.2)$$

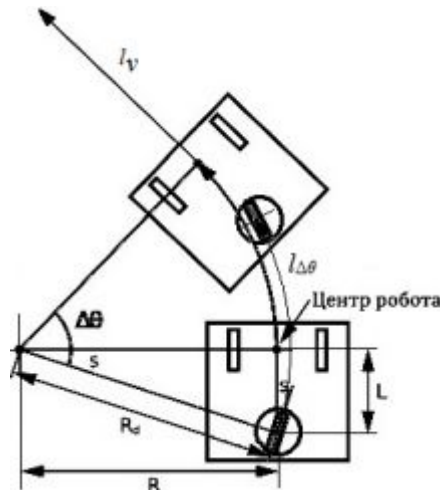


Рис. 10.3 Визначення траєкторії переміщення для триколісного робота за допомогою переміщення по дузі з заданим радіусом R та кутом повороту $\Delta\theta$, а також лінійного переміщення на відстань l_V

Тому для переміщення по дузі з радіусом R та кутом повороту робота $\Delta\theta$ треба задати кут поворот у ведучого колеса s та переміщення ведучого колеса $l_{\Delta\theta}$ таким чином:

$$s = \arctg \frac{L}{R} \quad l_{\Delta\theta} = \frac{L \Delta\theta}{\sin s} \quad (10.3)$$

Для диференційного привода (рис. 10.4), як було показано вище, радіус дузі повороту робота R , кут повороту робота $\Delta\theta$, швидкість переміщення робота V , швидкості переміщення лівого та правого коліс V_L , V_R , переміщення лівого та правого коліс l_L , l_R та відстань між колесами W пов'язані такими залежностями

$$R = \frac{W(V_R + V_L)}{2(V_R - V_L)} \quad (10.4)$$

$$\Delta\theta = \frac{(V_R - V_L)\Delta t}{W} = \frac{l_R - l_L}{W} \quad (10.5)$$

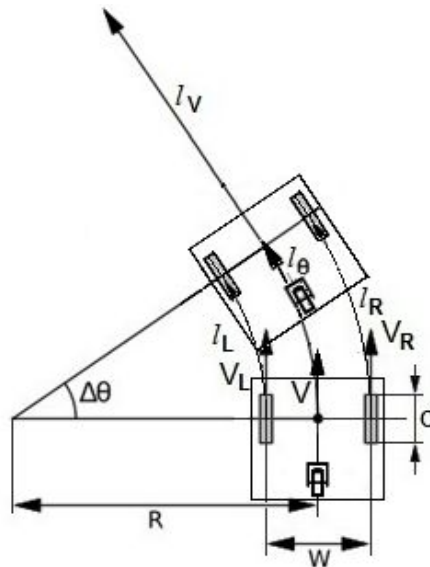


Рис. 10.4. Визначення траєкторії переміщення для диференційного привода за допомогою переміщення по дузі з заданим радіусом R та кутом повороту $\Delta\theta$, а також лінійного переміщення на відстань l_V

Для переміщення по дузі з радіусом R швидкість переміщення робота V , швидкості переміщення коліс V_R та V_L пов'язані такими залежностями

$$\frac{V_R}{V_L} = \frac{2R + W}{2R - W} \quad (10.6)$$

$$V = \frac{V_R + V_L}{2} \quad (10.7)$$

Шлях, який пройде ліве колесо по дузі з радіусом R та кутом повороту робота $\Delta\theta$ дорівнює

$$l_L = (R - W/2) \Delta\theta. \quad (10.8)$$

Шлях, який пройде праве колесо по дузі з радіусом R та кутом повороту робота $\Delta\theta$ дорівнює

$$l_R = (R + W/2) \Delta\theta. \quad (10.9)$$

При переміщенні по заданій траєкторії можна використовувати різні засоби інтерполяції, але для триколісного робота та робота з диференціальним приводом, як було показано вище, досить просто описати цю траєкторію лінійною та коловою інтерполяцією.

Позиційне керування можна здійснити за допомогою одометра шляхом визначення переміщення за рахунок обертання колеса, та регулювання швидкості приводу. Шлях l , що проходить колесо при обертанні на кут ϕ визначається формулою (10.1).

Ця формула може бути використана для визначення шляху переміщення робота по прямій лінії. У робота з диференціальним приводом при цьому $V_L = V_R$.

Для повороту робота по дузі з радіусом R на кут $\Delta\theta$ для триколісного робота треба здійснити переміщення $l_{\Delta\theta}$ та кут повороту у ведучого колеса s згідно з формулою (10.3).

Для повороту робота з диференціальним приводом по дузі з радіусом R на кут $\Delta\theta$ треба здійснити переміщення лівого та правого коліс l_L та l_R , що визначаються формулами (10.8) та (10.9).

При цьому треба забезпечити відношення між швидкостями переміщення коліс V_R та V_L згідно з формулою (10.6).

Для уникання зіткнень та визначення зовнішніх об'єктів застосовуються засоби, що дозволяють визначити наявність об'єктів та відстань до них, Ця задача вирішується за

допомогою ультразвукових, інфрачервоних та лазерних датчиків, що дозволяють знайти відстань до об'єктів та їх положення відносно положення робота.

Такі датчики вимірювання відстані можуть використовуватися, наприклад, для переміщення вздовж перешкод або стін у приміщенні (рис. 10.5).

Розглянемо можливість переміщення вздовж перешкоди на визначеній відстані з використанням ультразвукового датчика та пропорційного регулювання.

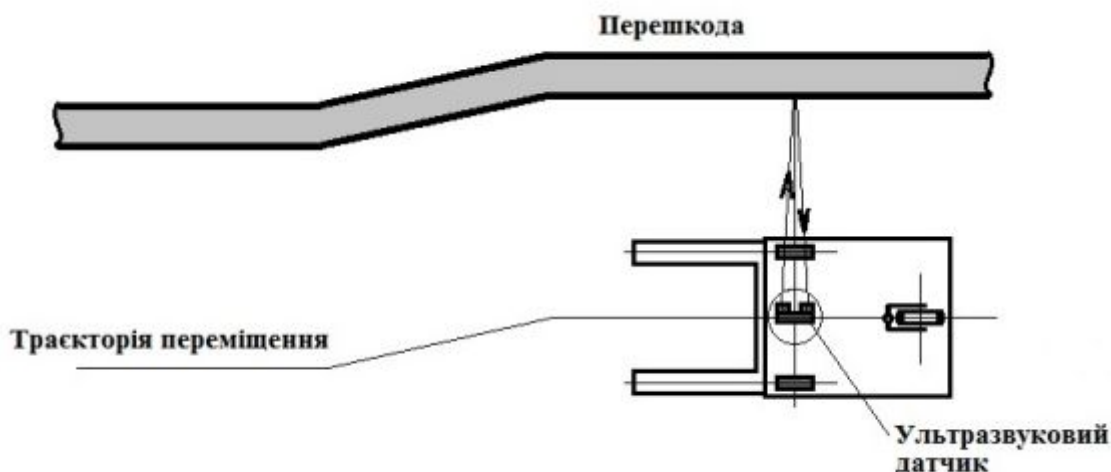


Рис. 10.5. Використання датчиків вимірювання відстані для переміщення вздовж перешкод або стін у приміщенні

Поточне значення відстані до перешкоди позначимо L . Визначимо максимально допустимі відстані наближення $L_{\text{макс}}$ та $L_{\text{мін}}$, та знайдемо потрібну відстань до перешкоди як середнє значення наближення $L_{\text{ср}} = (L_{\text{мін}} + L_{\text{макс}})/2$. Позначимо відносну швидкість лівого двигуна $V_{\text{лів}}$, а потужність правого двигуна $V_{\text{прав}}$

Для визначення швидкості $V_{\text{лів}}$, $V_{\text{прав}}$ у програмі, як правило, використовуються відносні значення, які можуть змінюватись від 0 до 100.

Керування будемо здійснювати за формулою:

відносна швидкість лівого двигуна:

$$V_{\text{лів}} = V_{\text{ср}} - (L_{\text{ср}} - L)k; \quad (10.10)$$

відносна швидкість правого двигуна:

$$V_{\text{прав}} = V_{\text{ср}} + (L_{\text{ср}} - L)k, \quad (10.11)$$

де k – коефіцієнт пропорційності, який вибирають таким чином, щоб значення величини $(L_{\text{ср}} - L)k$ не перевищувало значень $V_{\text{ср}}$ та $1 - V_{\text{ср}}$, а значення $V_{\text{лів}}$ та $V_{\text{прав}}$ були у межах від 0 до 100.

Якщо середнє значення наближення дорівнює $L_{\text{ср}}$, то множники в дужках рівні, і правий та лівий двигуни здійснюють рух в одному напрямку з однаковою швидкістю (потужність $P_{\text{ср}}$).

Якщо відстань до труби менше $L_{\text{ср}}$, то відповідно зменшується швидкість (потужність) лівого двигуна і збільшується швидкість правого двигуна, а якщо відстань до труби більше $L_{\text{ср}}$, то навпаки. Таким чином радіус повороту буде залежати від ступеня відхилення від середнього значення наближення до перешкоди і переміщення буде більш плавним.

10.3 Локальна навігація транспортних роботів

Локальна навігація здійснює визначення координат відносно деякої (за звичай стартової) точки або вказівника маршруту, що актуально при переміщенні у визначених приміщеннях, наприклад, на технологічних ділянках або у складах.

Локальна навігація використовує датчики зовнішньої інформації, що дають можливість знайти положення робота шляхом визначення зовнішніх об'єктів або вказівників положення робота та засобів маршрутослідкування.

Визначення зовнішніх об'єктів може здійснюватися за допомогою ультразвукових, ультрафіолетових та лазерних датчиків, що дозволяють знайти відстань до об'єктів та їх положення відносно положення робота.

Системи маршрутослідкування використовують різні вказівники маршруту та датчики, що визначають ці вказівники та забезпечують відповідне переміщення робота (рис. 10.6).

Найбільш поширеними є системи маршрутослідкування на основі індуктивних датчиків (рис. 10.6, а, б, в) (системи активного та пасивного маршрутослідкування), системи маршрутослідкування на основі оптичних датчиків (рис. 10.6, г), системи маршрутослідкування на основі датчиків вимірювання відстані до поверхні, вздовж якої здійснюється переміщення (рис. 10.6, д), системи маршрутослідкування на основі лазерних датчиків, що здійснюють визначення положення робота за допомогою рефлекторів (рис. 10.6, е).

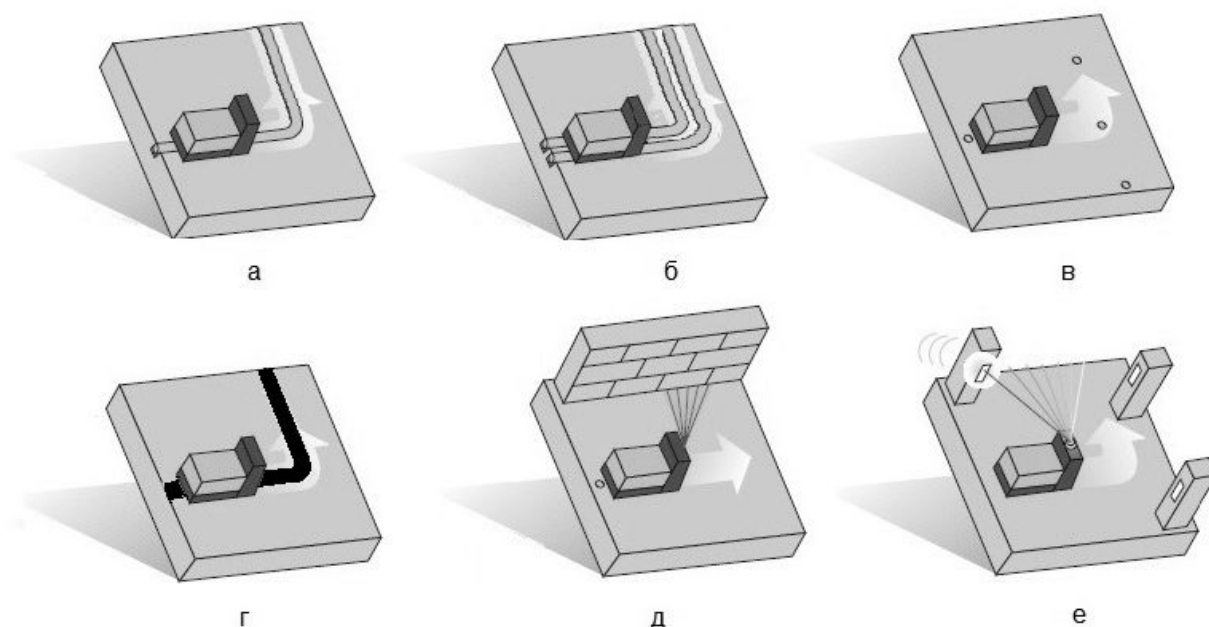


Рис. 10.6. Системи маршрутослідкування

Системи активного маршрутослідкування на основі індуктивних датчиків використовують вказівники маршруту у вигляді дроту, по якому протікає змінний струм. На візку встановлені дві котушки, в яких індукується змінний струм від дроту, що вказує маршрут. Різниця струму в котушках визначає відхилення вказівника та використовується для керування двигунами робота для зменшення цього відхилення.

Системи пасивного маршрутослідкування на основі індуктивних датчиків використовують магнітну металеву стрічку завширшки близько 5 – 10 см, яку розпізнають датчики магнітного поля. При встановленні двох – трьох таких датчиків можна визначити відхилення від маршруту на відстань до 30 мм.

Системи активного маршрутослідкування на основі індуктивних датчиків можуть використовувати як вказівники маршруту вмонтовані в підлогу дроти, за допомогою яких здійснюється бездротова передача енергії (рис. 10.6, б).

Для локальної навігації на основі індуктивних датчиків використовують також магнітні позначки, що встановлюють на підлозі (рис. 10.7).

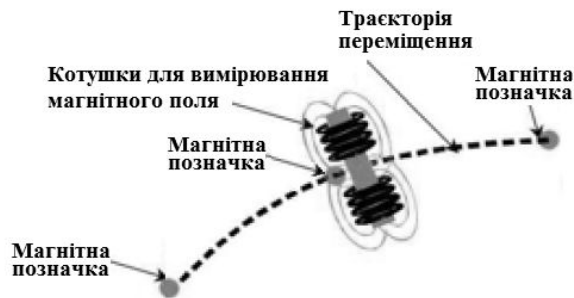


Рис. 10.7. Локальна навігація на основі індуктивних датчиків з магнітними позначками

Послідовні позначки однозначно визначають маршрут пересування (рис. 10.8, а), растрові позначки дають можливість віртуального встановлення маршруту за допомогою обчислювального пристрою (рис. 10.8, б).

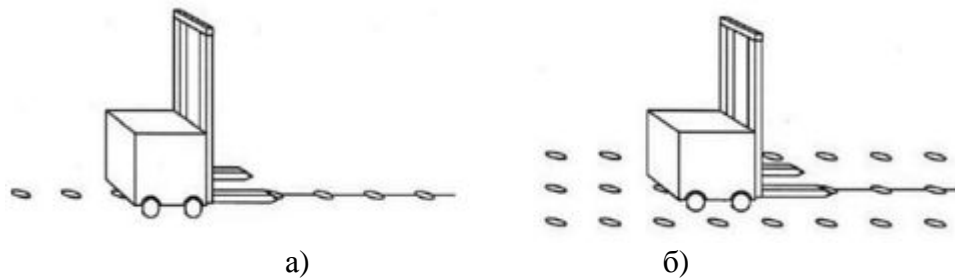


Рис. 10.8. Навігація за допомогою послідовних (а) та растрових (б) магнітних позначок

На рис. 10.9 наведені магнітний растр, де в підлогу на відстані від 1 до 10 м встановлені магніти (довжиною від 5 до 30 мм та діаметром від 8 до 20 мм встановлюють у отвори в підлозі), та магнітний вимірювальний датчик на основі ефекту Холла, що дозволяє вимірювати відстань до магнітів та визначати положення робота.

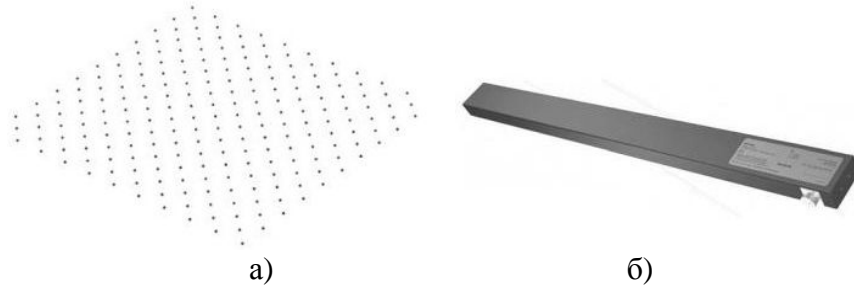
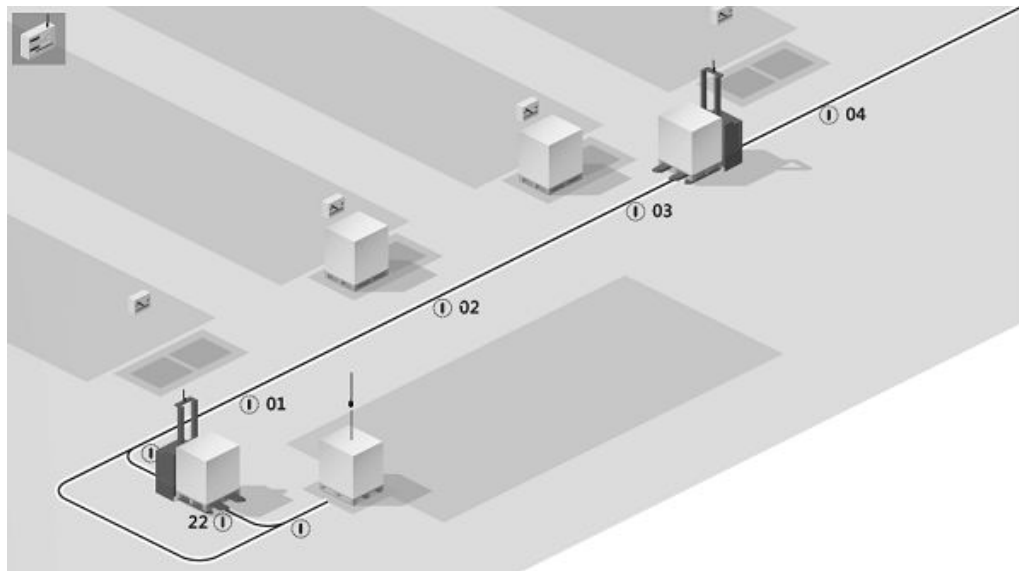


Рис. 10.9. Магнітний растр (а) та магнітний вимірювальний датчик на основі ефекту Холла (б)

Замість пасивних магнітів можна встановлювати транспондери, що мають електронну схему, яка містить закодовану інформацію. Зчитувальний пристрій на роботі шляхом індукції забезпечує живлення транспондера, а антени визначають його положення (рис. 10.10).



а)



б)

Рис. 10.10. Принцип дії транспондерів (а) та зчитувальні пристрої (б)

Системи маршрутослідування на основі оптичних датчиків використовують вказівники маршруту у вигляді кольорових смуг (рис. 10.6, г), на цій смузі у разі використання відеокамер можна встановлювати додаткові ідентифікатори на шляху пересування робота.

На рис. 10.11 наведений мобільний робот, який здійснює маршрутослідування за допомогою двох оптичних датчиків.

Візок має два привода – правий та лівий та два оптичних датчика – справа та зліва від смуги вказівника маршруту. У вихідному положенні оптичні датчики знаходяться справа та зліва від смуги вказівника маршруту (датчики не спрацьовують) і включені обидві двигуна (візок переміщується прямо).

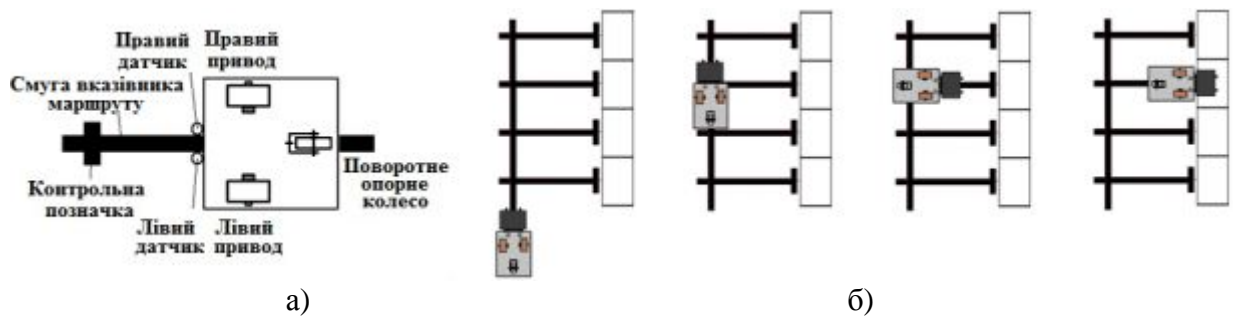


Рис. 10.11. Візок з маршрутослідуванням за допомогою двох оптичних датчиків (а) та приклад переміщення автоматичного навантажувача на складі для встановлення вантажу у комірку стелажа (б)

Якщо на смугу попадає лівий датчик, то він спрацює та здійснюється поворот вправо (зупиняється лівий двигун), а якщо на смугу попадає правий датчик, то здійснюється поворот вліво (зупиняється правий двигун).

Спрацювання обох датчиків на контрольній позначці визначає встановлену дію, наприклад, зупинку, точку повороту або точку підрахунку позицій зміни маршруту (рис. 10.11, а).

На рис. 10.11, б наведений приклад переміщення автоматичного навантажувача на складі для встановлення вантажу у визначену комірку стелажа.

Для переміщення вздовж лінії вказівника траєкторії можна також використати один датчик освітлювання, яких при переході, наприклад, з білої на чорну смугу буде змінювати значення освітлення від I_{\max} та I_{\min} .

Для вирішення цього завдання можна використати алгоритм, що був розглянутий у попередньому підрозділі для переміщення вздовж перешкоди за допомогою ультразвукового датчика (рис. 10.5).

При цьому у формулах (10.10) та (10.11) треба замінити відстані L_{\max} , L_{\min} та $L_{\text{ср}}$ на відповідні значення рівня освітлення I_{\max} , I_{\min} та $I_{\text{ср}}$.

Використання відеокамери та цифрової обробки зображення дає можливість не тільки здійснити переміщення вздовж вказівника, а також оптимізувати шлях переміщення за допомогою попереднього визначення ділянок, де здійснюється поворот і треба зменшити швидкість. Закодований ідентифікатор дозволяє дати додаткову інформацію о переміщенні (рис. 10.12).

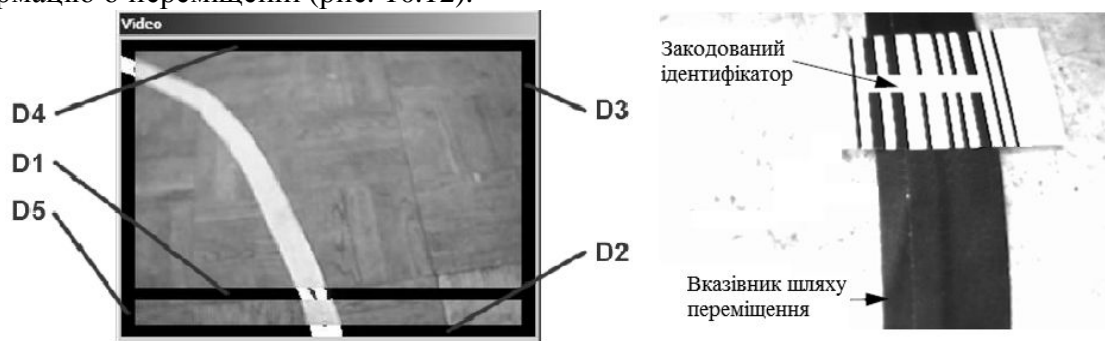


Рис. 10.12. Використання відеокамер для визначення траєкторії переміщення робота за допомогою вказівника та закодованої інформації

Приклади розв'язання задач з теми занять

1. Переміщення робота з диференціальним приводом

Розглянемо переміщення з використанням кусочно-ламаної траєкторії. Для програмування шляху переміщення роботів при цьому використовують переміщення по прямій та поворот на місці або одним колесом.

При цьому основним параметром є шлях, який проходять ведучі колеса. Для визначення цього шляху l при використанні крокових двигунів або засобів одометрії треба знайти кількість кроків або імпульсів n_l , яка залежить від кількості кроків або імпульсів на одне обертання колеса n_d та його діаметра d .

$$n_l = n_d l / \pi d. \quad (10.12)$$

Схема повороту на місці мобільних роботів з диференціальним приводом одним колесом наведена на рис. 10.13.

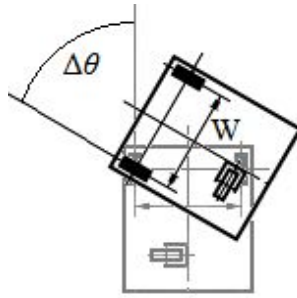


Рис. 10.13. Схема повороту на місці мобільних роботів з диференційним приводом

Для повороту робота з диференційним приводом одним колесом на кут (в радіанах) $\Delta\theta$ маємо:

$$l = W \Delta\theta,$$

де W - відстань між колесами робота, яка визначає радіус повороту.

Тоді для повороту одним колесом на кут $\Delta\theta$ в радіанах для роботів з диференційним приводом для колеса з діаметром d та кількістю кроків або імпульсів на одне обертання колеса n_c отримаємо таку кількість кроків або імпульсів $n_{дп\Delta\theta}$:

$$n_{дп\Delta\theta} = n_c W \Delta\theta / \pi d. \quad (10.13)$$

2. Переміщення робота з приводом типу трицикл

Переміщення по прямій здійснюється, коли ведуче рульове колесо знаходиться у тому ж напрямку, як і опорні колеса (рис. 10.14).

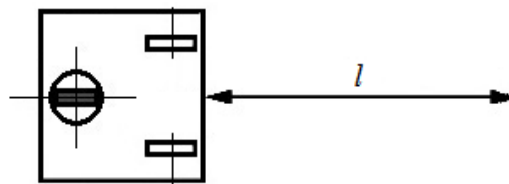


Рис. 10.14. Прямий рух триколісного робота

При переміщенні по прямій відстань, яка буде пройдена роботом та, відповідно, приводним колесом, дорівнює l .

Для зменшення площі, що потрібна для розвороту робота доцільно здійснювати розворот з мінімальним радіусом (розворот на місці). У цьому випадку ведуче рульове колесо повернено на 90° ($s = \pi/2$), а $R = R_d = L$ (рис. 10.15).

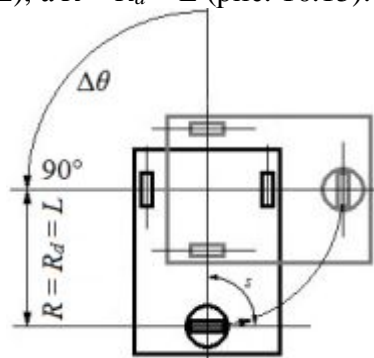


Рис. 10.15. Розворот з мінімальним радіусом

Таким чином, для повороту на кут $\Delta\theta$ у радіанах ведуче рульове колесо повинно пройти шлях $l_{\Delta\theta}$, що дорівнює

$$l_{\Delta\theta} = L \Delta\theta$$

При використанні одометричного датчика визначення шляху переміщення здійснюється за допомогою вимірювання кута переміщення колеса.

Тоді, як і у випадку мобільних роботів з диференціальним приводом, для повороту на кут $\Delta\theta$ на місці для колеса з діаметром d та кількістю кроків або імпульсів на одне обертання колеса n_c отримаємо таку кількість кроків або імпульсів $n_{пт\Delta\theta}$:

$$n_{пт\Delta\theta} = n_d L \Delta\theta / \pi d. \quad (10.14)$$

Завдання до практичних занять

Знайти кількість кроків або імпульсів для переміщення робота з диференціальним приводом та приводом типу трицикл по такій траєкторії

Найменування	Варіанти завдань						
	1	2	3	4	5	6	7
Переміщення по прямій лінії на відстань l_V , м	10	14	15	12,5	11,5	15,5	14,5
Поворот на кут $\Delta\theta$ град	наліво	наліво	направо	направо	наліво	направо	наліво
	90	45	60	50	55	70	30
W , м для диференційного приводу L , м для приводу типу трицикл							
Діаметр колеса d , м	0,2	0,3	0,25	0,35	0,4	0,45	0,15

Контрольні запитання

1. Які типи навігації використовують транспортні роботи?
2. Які завдання вирішує персональна навігація мобільних роботів?
3. Які датчики використовують засоби персональної навігації мобільних роботів?
4. Як здійснюється персональна навігація за допомогою засобів одометрії?
5. Які параметри треба задавати для переміщення робота з диференціальним приводом по дузі з заданим радіусом та кутом повороту?
6. Як здійснити переміщення вздовж перешкод або стін у приміщенні?
7. Які завдання вирішує локальна навігація мобільних роботів?
8. Які вказівники маршруту та датчики використовують системи маршрутослідкування?
9. Як здійснюється маршрутослідкування на основі магнітних позначок?
10. Як здійснюється маршрутослідкування на основі оптичних датчиків?

11 Засоби визначення положення і орієнтації транспортних роботів

11.1 Використання лазерних датчиків для навігації транспортних роботів

За допомогою лазерних датчиків можна визначати положення робота шляхом вимірювання відносного положення та відстані до рефлекторів, що встановлюють у визначених місцях приміщення, де пересувається робот, а також до перешкод або стін у приміщенні. Для визначення взаємного положення об'єктів відносно положення робота використовують лазерні сканери, що здійснюють сканування шляхом обертання, з вимірюванням кута повороту датчика відносно положення робота. Приклади використання лазерних датчиків для визначення положення робота наведені на рис. 11.1.

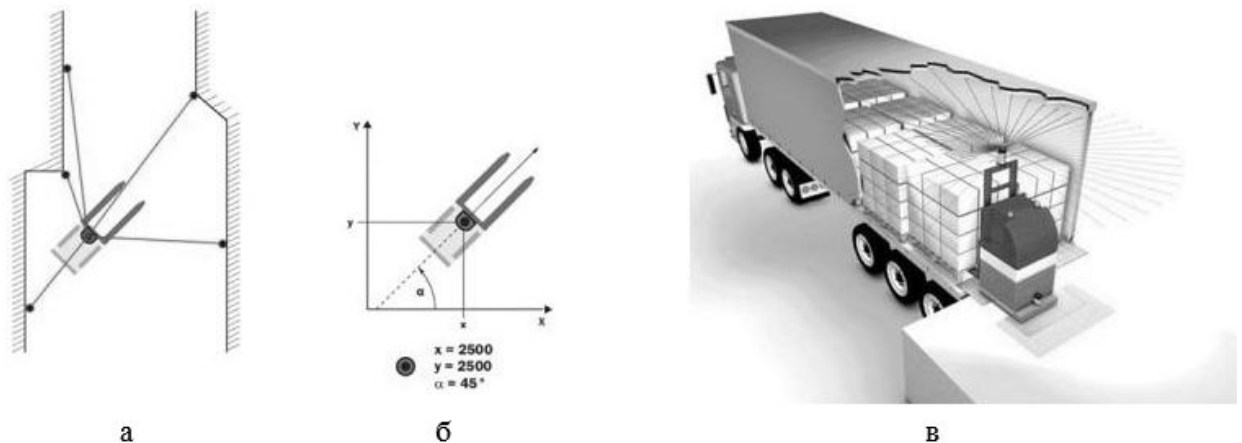


Рис. 11.1. Використання лазерних датчиків для визначення положення робота

На рис. 11.2 наведений приклад використання лазерних датчиків для локалізації та перевірки наявності палети з вантажем та обчислення оптимального шляху переміщення до неї.

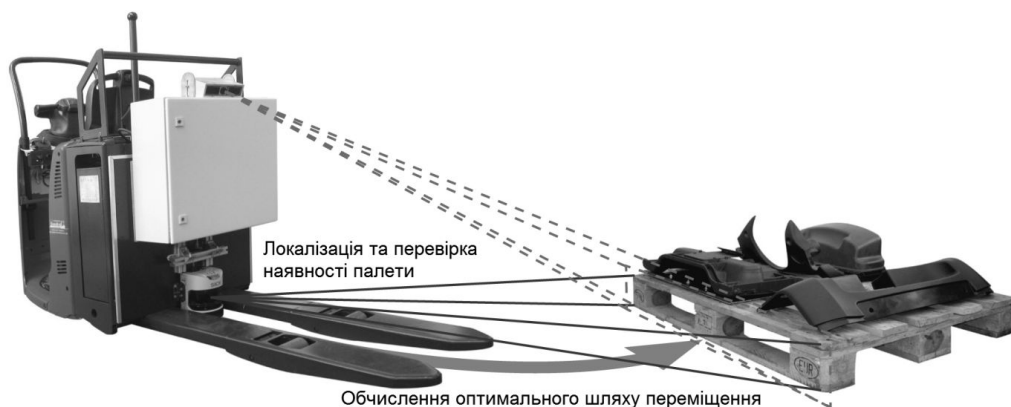


Рис. 11.2. Приклад використання лазерних датчиків для локалізації та перевірки наявності палети та обчислення оптимального шляху переміщення

Приклад використання лазерного сканера з трьома рефлекторами для визначення положення та орієнтації робота наведений на рис. 11.3.

Маємо 3 рефлектора з відомими координатами (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) і заміряні відстані до них (L_1, L_2, L_3) .

Потрібно визначити координати робота (x_r, y_r) та орієнтацію робота відносно вихідного положення α_r .

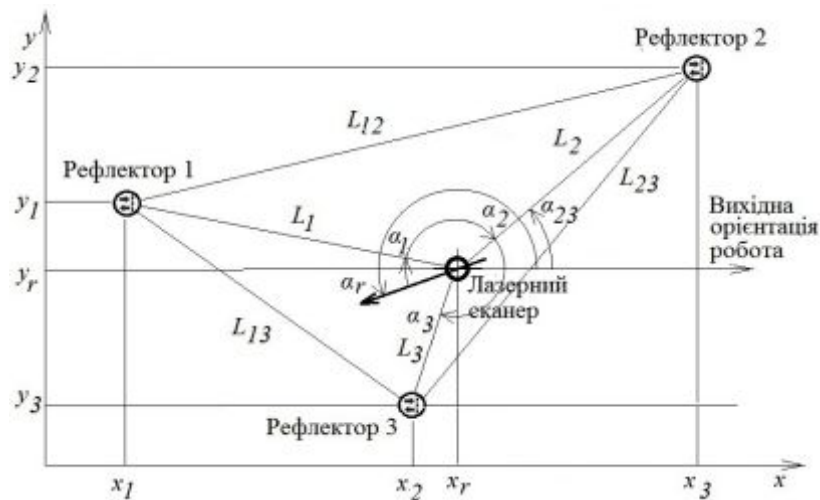


Рис. 11.3. Використання лазерного сканера та рефлекторів для визначення положення та орієнтації робота

Визначення положення робота під час переміщення можна здійснити як положення робота та координати i -го орієнтира (рефлектора), які знаходяться у векторі стану системи на поточному кроці k [6]:

$$h_i(X_k) = \begin{bmatrix} \sqrt{(x_{i_k} - x_{r_k})^2 + (y_{i_k} - y_{r_k})^2} \\ \arctan\left(\frac{y_{i_k} - y_{r_k}}{x_{i_k} - x_{r_k}}\right) - \alpha_{r_k} \end{bmatrix}. \quad (11.1)$$

Ці координати можна знайти шляхом вирішування системи рівнянь для відстані до рефлекторів L_i :

$$L_i = \sqrt{(x_i - x_r)^2 + (y_i - y_r)^2} \quad (11.2)$$

Для визначення орієнтації робота можна використати декілька варіантів, наприклад,

$$\alpha_r = \alpha_{23} - \alpha_2, \quad (11.3)$$

де $\alpha_{23} = \arctan((y_2 - y_r) / (x_2 - x_r))$.

Це дає можливість визначити положення мобільного робота з досить високою точністю.

У разі переміщення робота у приміщенні з великою кількістю об'єктів кількість рефлекторів збільшується таким чином, щоб у кожній позиції робота надходили сигнали щонайменше від трьох рефлекторів. Але у цьому випадку треба визначити положення робота на плані приміщення, що потребує засобів глобальної навігації.

При переміщенні робота вздовж стелажу на складі у разі встановлення рефлекторів на самому стелажу є можливість обмежитись тільки двома рефлекторами, оскільки робот може знаходитись тільки по одну сторону стелажу.

Приклад використання лазерних сканерів для визначення положення робота при переміщенні вздовж стелажу наведений на рис. 11.4. Лазерний сканер видає відстані до рефлекторів L_1 та L_2 , а також відповідні кути повороту сканера відносно орієнтації робота та рефлекторів α_1, α_2 .

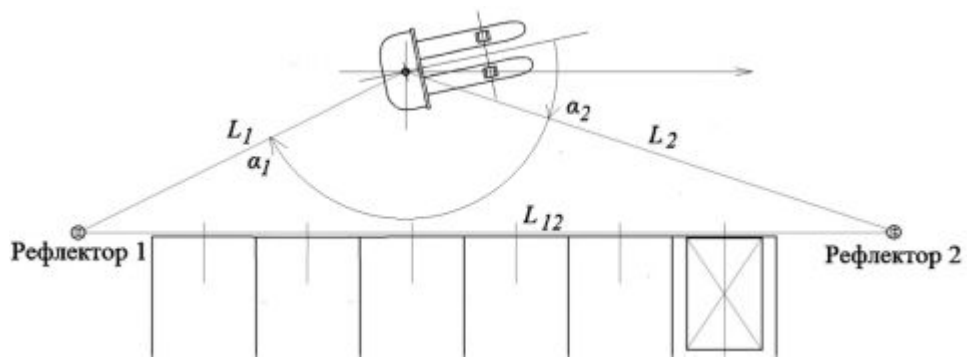


Рис. 11.4. Приклад використання лазерних датчиків для визначення положення транспортного робота

Для визначення положення за даними опитування сканера робота треба знайти координати робота у визначеній системі координат та орієнтацію робота відносно вихідного положення.

На рис. 11.5 наведений приклад визначення положення та орієнтації робота за допомогою лазерного сканера.

На рисунку використовуються такі позначення:

L_1 - відстань до рефлектора 1;

L_2 - відстань до рефлектора 2;

L_{12} - відстань між рефлекторами 1, 2;

α_r - орієнтація робота;

α_1 - кут напрямку на рефлектор 1 відносно вихідної орієнтації робота;

α_2 - кут напрямку на рефлектор 2 відносно вихідної орієнтації робота;

α_{12} - кут між лінією напрямку на рефлектор 1 та лінією, перпендикулярною до лінії відстані між рефлекторами;

α_{22} - кут між лінією напрямку на рефлектор 2 та лінією, перпендикулярною до лінії відстані між рефлекторами.

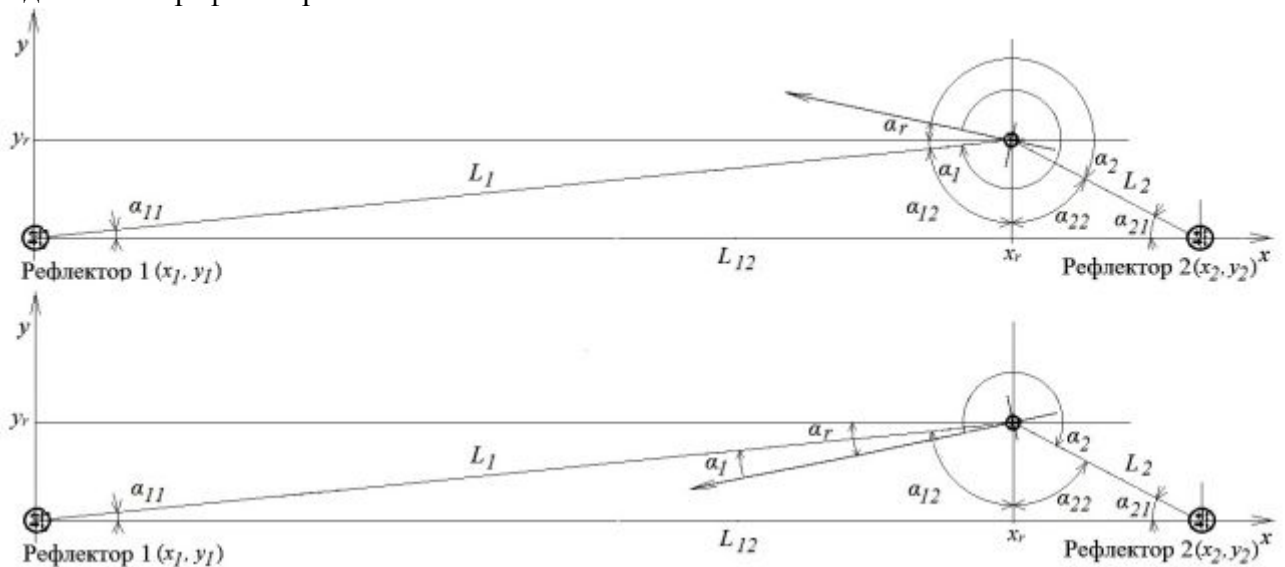


Рис. 11.5. Визначення положення та орієнтації транспортного робота за допомогою лазерного сканера з різними варіантами орієнтації робота

Для визначення положення та орієнтації робота вибираємо систему координат, де ось x збігається з лінією відстані між рефлекторами а ось y в напрямку, де здійснюється переміщення робота. Тоді x_r та y_r позначають поточні координати робота, що пов'язані з

відстанями до рефлекторів L_1 , L_2 та відстанню між рефлекторами L_{12} такими залежностями:

$$\begin{aligned} y_r^2 + x_r^2 &= L_1^2, & y_r^2 + (L_{12} - x_r)^2 &= L_2^2, \\ y_r^2 &= L_1^2 - x_r^2. \end{aligned} \quad (11.4)$$

Після проведення наступних перетворювань:

$$\begin{aligned} L_1^2 - x_r^2 + (L_{12} - x_r)^2 &= L_2^2; \\ L_1^2 - x_r^2 + L_{12}^2 - 2 L_{12} x_r + x_r^2 &= L_2^2; \\ L_1^2 + L_{12}^2 - L_2^2 &= 2 L_{12} x_r, \end{aligned} \quad (11.5)$$

отримаємо, що x_r та y_r дорівнюють:

$$\begin{aligned} x_r &= (L_1^2 + L_{12}^2 - L_2^2) / 2 L_{12}; \\ y_r &= (L_1^2 - x_r^2)^{1/2}. \end{aligned} \quad (11.6)$$

Оскільки:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{22} &= y_r / L_2, \\ \alpha_{22} &= \arccos (y_r / L_2). \end{aligned} \quad (11.7)$$

Для орієнтації робота α_r отримаємо:

$$\alpha_r = 270^\circ - \alpha_{22} - \alpha_2. \quad (11.8)$$

Якщо вісь обертання робота не співпадає з віссю обертання сканера треба здійснити корегування положення робота з урахуванням відстані сканера від осі повороту робота l_s для різних приводів переміщення, наприклад, диференціального або типу трицикл (рис. 11.6).

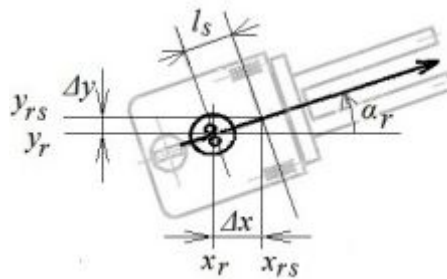


Рис. 11.6. Корегування положення робота з урахуванням відстані сканера від осі повороту робота l_s

При цьому відхилення у встановленій системі координат буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} \Delta x &= l_s \sin (\alpha_{11}), \\ \Delta y &= l_s \cos (\alpha_{11}). \end{aligned} \quad (11.9)$$

Аналогічно можна здійснити визначення зміщення координат при переміщенні робота з урахування шляху за час обертання сканера.

11.2 Глобальна навігація транспортних роботів

Глобальна навігація визначає положення мобільного робота за допомогою карти (плану місцевості) та здійснює переміщення у потрібні точки цієї карти.

Для реалізації глобальної навігації треба вирішити питання представлення карти в пам'яті та структури даних про вимірюваних відстаней до перешкод. При цьому система глобальної навігації мобільного робота здійснює складання растрової або векторної карти, визначення глобальних координат та положення робота, локалізація робота, переміщення у потрібну точку карти.

Система глобальної навігації мобільного робота займається питаннями визначення положення робота на карті і переміщення в потрібні точки цієї карти.

Для цього визначається структура даних, а саме:

- представлення карти в пам'яті;
- структура даних для локально вимірюваних відстаней до перешкод.

Система глобальної навігації вирішує такі задачі:

- визначення глобальних координат і положення робота;
 - визначення координат робота по локальних координатах маяків;
 - визначення координат робота по діаграмах спрямованості;
- складання роботом растрової або векторної карти;
- паралельне складання роботом карти і локалізація (slam);
- переміщення робота в потрібну точку растрової або векторної карти.

Розглянемо, як здійснюється представлення карти в пам'яті.

Основні підходи до подання карти місцевості в пам'яті робота діляться в першу чергу по типу представляється інформації - двомірна або тривимірна, а по-друге за способом - растрова і векторна. Для переважної більшості застосувань досить двомірних карт або набору двомірних карт пов'язаних між собою точками переходу (наприклад, плани поверхів пов'язані ліфтами і сходами).

Растрова двомірна карта

Під растрової двомірною картою розуміють двовимірний масив в кожному осередку якого вказана інформація про статус цього осередку для робота (рис. 11.7, а). Вважається, що об'єкт цілком розташовується у відповідній клітинці.

Приклад растрової карти

Двовимірний масив байт 100x100, в якому значення елементів означають наступне:

- 0 - клітина не досліджена;
- 255 - клітина непрохідна;
- 1-9 - в клітці розташований маяки №1-9 відповідно;
- 10-19 - клітина прохідна і відноситься до зони 0-9 відповідно;
- 100 - в клітці розташована база підзарядки.

Векторна двомірна карта

Під векторною картою розуміють структуру даних, що зберігає інформацію про розміщені на карти об'єкти. Місце займане об'єктом може визначатися точкою (якщо не важливий розмір, наприклад, маяк), окружністю (найчастіше окружності заборонені до застосування, тому їх замінюють правильними багатокутниками), ламаною лінією (якщо не важлива ширина, наприклад, прокладена траса, паркан, межа) або багатокутником (вказана послідовність вершин). Крім того може мати значення орієнтація об'єкта (наприклад, може бути орієнтований маяк), в цьому випадку, якщо об'єкт є точкою, то можна додатково визначити другу точку, щоб вийшов вектор напрямку (рис. 11.7, б).

Приклад векторної карти

Масив записів, кожна з яких складається з наступних полів:

- тип об'єкта - байт (255 - перешкода, 100 - база підзарядки, 10 - приміщення);
- ідентифікатор об'єкта - байт (може бути порожнім якщо не важливо, наприклад, для перешкод, або номер приміщення, або бази, або маяка);
- кількість вершин багатокутника, що представляє кордони об'єкта (може бути 1, наприклад, для маяка, коли не важливі його розміри);
- масив на 20 вершин, в якому розташовані координати вершин.

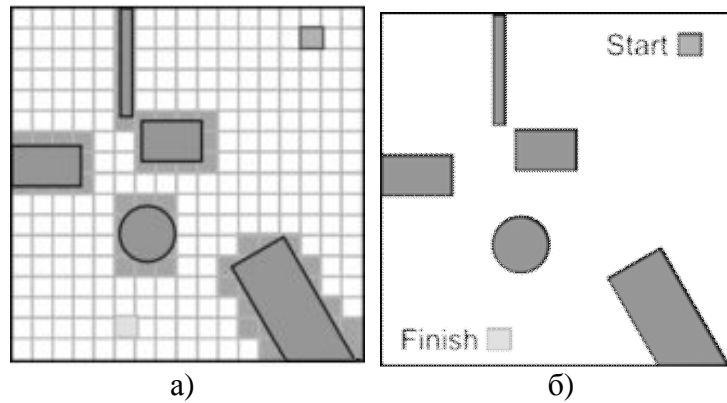


Рис. 11.7. Растрове (а) та векторне (б) представлення карти.

Визначення координат робота по локальних координатах маяків

Класичні підходи до визначення глобальних координат зазвичай використовують метод триангуляції (рис. 11.8).

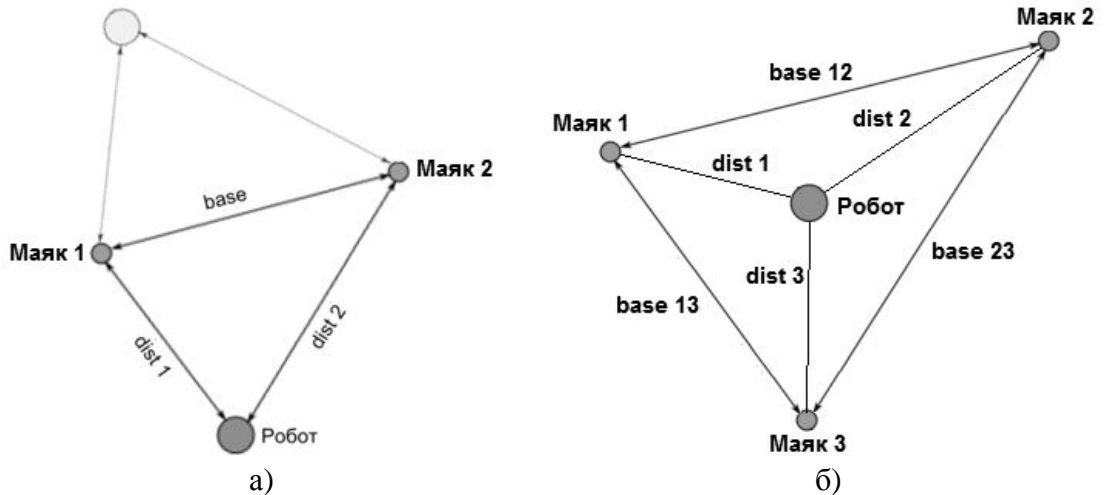


Рис. 11.8. Схема методу триангуляції, визначення положення робота по двум (а) та по трьом (б) маякам

Метод триангуляції дозволяє визначити положення робота шляхом вирішення трикутника (строго кажучи, не одного).

Якщо знати відстань між маяками (на рис. 11.8 позначено як base), то шляхом вимірювання відстані до маяків (dist_1 і dist_2), можна визначити положення робота.

Одного трикутника недостатньо для точного визначення положення робота, тому що знаючи виміряні відстані dist_1 і dist_2 і базу маяків base ми отримуємо дві точки ймовірного положення робота (рис. 11.8, а).

Друга точка визначається як відбиття трикутника щодо лінії base.

Однозначне рішення можна знайти по трьом маякам (рис. 11.8, б).

Маємо 3 маяка з відомими координатами (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) і заміряні відстані до них ($dist_1 = z_1$, $dist_2 = z_2$, $dist_3 = z_3$).

Потрібно визначити координати робота (x, y) .

Ці координати можна знайти шляхом вирішування системи рівнянь для відстані до маяків z_i :

$$z_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} \quad (11.10)$$

Визначення положення мобільного робота за рахунок засобів самого робота здійснюється за допомогою датчиків вимірювання відстані та куту направлення до

об'єктів. Після обробки отриманих результатів та порівняння їх з картою приміщення або місцевості знаходиться положення робота.

Аналогічно здійснюється визначення положення робота за допомогою лазерного датчика, яке було розглянуто вище.

Для визначення положення робота за допомогою пасивних методів використовують умонтовані та глобальні навігаційні системи.

Умонтовані навігаційні системи реалізуються на основі радіонавігаційних систем, що складаються з певної кількості передавальних пристроїв що випромінюють радіосигнали та приймаючого пристрою, що встановлюється на мобільному роботу.

Радіонавігаційні системи пропонує фірма Götting KG.

Глобальні навігаційні системи реалізуються на основі супутникових навігаційних системах.

GPS система глобального позиціонування. Для визначення точних параметрів орбіт супутників та керування, GPS система в своєму складі має наземні центри управління.

GPS (Global Positioning System - система глобального позиціонування) це сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері. Положення об'єкту обчислюється на ньому завдяки використанню GPS-приймача, який приймає та обробляє сигнали супутників космічного сегменту. GPS приймач обчислює власне положення, вимірюючи час проходження сигналу від GPS супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час відправки повідомлення, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення, та загальний стан системи і приблизні дані орбіт всіх інших супутників угруповання системи GPS. Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла у всесвіті, та із трохи меншою швидкістю через атмосферу. Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення приймача. Отримані координати перетворюються в більш наочну форму, таку як широта та довгота, або положення на карті, та відображається користувачеві.

На рис. 11.9 наведена структурна схема пристрою позиціонування фірми Götting KG з використанням GPS та одометрії (rotary encoder).

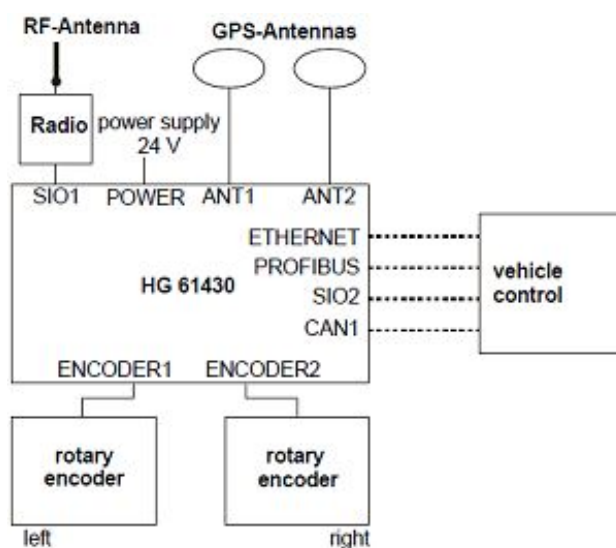


Рис. 11.9. Структурна схема пристрою позиціонування фірми Götting KG з використанням GPS та одометрії (rotary encoder)

Оскільки ця система працює незалежно від основної системи керування, зв'язок з нею для передачі керуючих команд та обміну даними здійснюється за допомогою радіоканалу.

Завдання до практичних занять

Визначити параметри положення мобільного робота (X, Y, α_r) за параметрами, що визначаються лазерним датчиком: $\alpha_1, \alpha_2, L_1, L_2$.

Параметри отримати шляхом вимірювання на стенді, як це показано на рис. 11.10.

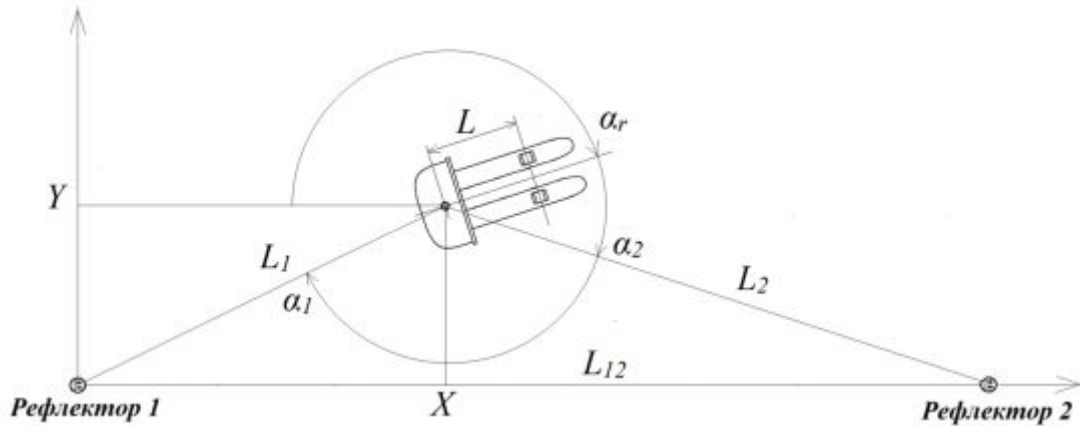


Рис. 11.10. Стенд для вимірювання параметрів $\alpha_1, \alpha_2, L_1, L_2$

Приклад розв'язання задач з теми заняття

При відомому значенні $L_{12} = 30$ м, лазерний датчик визначив такі параметри:

$L_1 = 20$ м;

$L_2 = 16$ м;

$\alpha_1 = 293^\circ$.

$\alpha_2 = 180^\circ$;

Для X та Y отримаємо:

$$X = (L_1^2 + L_{12}^2 - L_2^2) / 2 L_{12} = (20^2 + 30^2 - 16^2) / 60 = (400 + 900 - 256) / 60 = 17,4 \text{ м,}$$

$$Y = (L_1^2 - X^2)^{1/2} = (20^2 - 17,4^2)^{1/2} = (400 - 302,76)^{1/2} = 9,86 \text{ м,}$$

$$\alpha_{22} = \cos^{-1}(Y/L_2) = \cos^{-1}(9,86/16) = \cos^{-1}(0,61625) = 51,96^\circ,$$

$$\alpha_r = 270^\circ - \alpha_{22} - \alpha_2 = 270^\circ - 51,96^\circ - 180^\circ = 38,04^\circ.$$

Контрольні запитання

1. Які засоби дозволяють визначити положення і орієнтацію транспортних роботів?
2. Як визначити положення та орієнтацію робота за допомогою лазерного сканера з трьома рефлекторами?
3. Як визначити положення та орієнтацію робота за допомогою лазерного сканера з двома рефлекторами?
4. Як здійснити корегування положення робота з урахуванням відстані сканера від осі повороту робота?
5. Які завдання вирішує глобальна навігація мобільних роботів?
6. Які типи карт виконують засоби глобальної навігації мобільних роботів?
7. Чим відрізняються растрова і векторна карти?
8. Як здійснити визначення координат робота по локальних координатах маяків?
9. Які супутникові системи використовують для навігації мобільних роботів?
10. Які додаткові засоби навігації використовують системи позиціонування на основі GPS фірми Götting KG?

12 Ваговимірвальне обладнання

12.1 Основні характеристики та класифікація складських ваг

Матеріальні цінності приймаються на складах за кількістю і якістю, і ця операція є однією з найважливіших на шляху руху від виробника до споживача. Кількісне приймання матеріальних цінностей полягає у перевірці відповідності кількості надійшов матеріалу даним, зазначеним в рахунку постачальника або залізничної накладної, або на пакувальних ярликах та інших документах, а також умовах договору.

Методи кількісного приймання для різних матеріалів залежать від їхніх фізичних властивостей. Найважливішим складським процесом є зважування товарів на спеціально призначеному для цього обладнанні різних типів та конструкції - складських вагах. Засоби вимірювання - найважливіша складова частина основних фондів підприємств.

Складські ваги класифікують наступним чином:

- по областях застосування - вагонні, автомобільні, монорейкові, кранові, товарні, елеваторні, спеціальні медичні, для молока тощо;
- по точності зважування - середнього і звичайного класу точності;
- за способом установки на місці - вбудовані, врізні, підлогові, настільні, пересувні, підвісні, стаціонарні;
- за видом зрівноважує пристрої - механічні, електромеханічні, електронні;
- за видом вантажоприймального пристрою - бункерні, монорейкові, ковшові, конвеєрні, крюкові, платформні;
- за способом досягнення рівноваги - з автоматичним зрівноважуванням, напівавтоматичним і неавтоматичним зрівноважуванням.

Абсолютно точно визначити масу речовини в результаті зважування неможливо. Результат вимірювання залежить від багатьох факторів: правильної установки складських ваг, температурних умов, фізичного стану оператора та ін, тому маса завжди визначається з якоюсь похибкою.

Похибкою вимірювання (зважування) називають відхилення результату вимірювання (зважування) від істинного значення вимірюваної величини. Похибка, яка вимірюється в тих же одиницях, що і вимірювана величина, називається абсолютною, однак за таким параметром важко судити про точність зважування. Більш чітке уявлення про це дає відносна похибка - відношення абсолютної похибки до істинного значення вимірюваної величини, як і визначається в частках або відсотках.

Найбільша границя зважування і найменша границя зважування - це границі діапазону вимірювань; характеризуються значенням маси матеріалу, що вимірюється на складських вагах у нормальних умовах їх застосування, вище (чи нижче) якого зважування неможливе, або похибка його може бути більш допустимою.

Діапазон зважування - область значень маси між найбільшим і найменшим межами зважування, для якої нормовані межі допустимих похибок.

Клас точності складських ваг - узагальнена метрологічна характеристика складських ваг.

Ціна поділки шкали (e) - значення маси, відповідне різниці між двома сусідніми відмітками шкали складських ваг з аналоговим відліковим пристроєм або дискретності цифрових складських ваг.

Чутливість складських ваг - це метрологічне властивість, що відбиває відношення зміни сигналу на виході вимірювального приладу до викликає його зміни вимірюваної величини.

При перевірці складських ваг їх чутливість визначають не менше ніж при трьох значеннях навантаження, включаючи найбільшу і найменшу межу зважування, шляхом плавного зняття або установки на вантажопідйомний пристрій складських ваг, що

знаходяться в рівновазі, вантажу масою, що дорівнює $1,4 e$, при цьому первісне показання повинно змінитися не менше ніж на $1e$.

Чутливість також може бути **абсолютною і відотною**.

Величина, зворотна чутливості, називається **ціною поділки шкали**.

Ціна повірочної поділки шкали - умовне значення, виражене в одиницях маси і характеризує точність обладнання. Вона використовується при класифікації складських ваг і нормуванні вимог до них

Важливими показниками є також **показники надійності** (значення ймовірності безвідмовної роботи), термін служби, стійкість до зовнішніх впливів, (температура навколишнього середовища), а для електромеханічних (електронних) складських ваг крім цього - і параметри електроживлення.

Вагове обладнання можна класифікувати за різними ознаками: призначенням, принципом дії, способу установки, ступеня автоматизації, способу зняття показань тощо. За призначенням ваговимірювальні пристрої підрозділяються на обладнання загального призначення, технологічне, метрологічне, лабораторне та спеціальне. Найпростіші й дешеві складські ваги - лабораторні та фасувальні. Їх застосовують для зважування невеликих вантажів (масою до 1 і 25 кг відповідно). Асортимент цих складських ваг дуже широкий і розрізняється таким чином:

- по виконанню корпусу і платформи (метал або пластмаса), а також за габаритними розмірами платформи;
- найбільшому і найменшому межі зважування, дискретності;
- варіантів електроживлення (автономне або стаціонарне).

Найчастіше на складі такі складські ваги використовують для контролю цілісності вантажу при прийнятті та видачі, оскільки у них висока точність вимірювання.

Незалежно від типу і марки складських ваг обов'язковою умовою для їх підключення до комп'ютера є наявність у них засобів комунікації.

Загальновідомими засобами комунікації є послідовні порти RS-232, RS-422, RS-485, USB.

В даний час є можливість підключати вагове обладнання через провідні (Ethernet) і бездротові (Wi-Fi) мережі.

Всі електронні складські ваги мають можливість запам'ятовувати масу тари і віднімати її із загальної маси вантажу, що істотно полегшує роботу з ними.

12.2 Основні типи складських ваг

Складські процеси не обходяться без зважування сировини на спеціальному обладнанні різних видів та конструкцій — складських вагах. Конструкція та тип ваг залежить від потреб виробництва. І то, наскільки правильно ви оберете ваги — залежить їх зручність використання та ефективність виробництва. Якщо ваги будуть жититися тільки від мережі, то вони будуть стаціонарними та по складу їх вже не пересунеш. Більш ефективно використовувати ваги з акумулятором, який дозволяє автономно працювати до 80 годин.

За способом встановлення розрізняють такі складські ваги:

- стаціонарні;
- вбудовані у пряминок або конвеєр;
- підлогові;
- настільні;
- пересувні;
- підвісні.

У складських операціях найчастіше використовують платформні ваги. Перш ніж обрати, платформні ваги необхідно визначитися з найбільшою межею зважування та розміром платформи. Відведене місце під ваги на складі може не вмістити велику

вантажоприймальну платформу. Варто також розглянути варіант комплектації ваг пандусами для заїзду рокою.

Механічні складські ваги використовують все рідше, тому що вони не володіють необхідною точністю та мобільністю. Тому в наш час найчастіше використовують електронні ваги. Електронні ваги мають умонтовані засоби налаштування, а наявність інтерфейсів дає можливість під'єднати ваги у загальну систему керування складом для вирішення задач автоматизації обліку.

Складськими вагами можуть бути:

- платформні;
- кранові;
- товарні;
- автомобільні,
- рахункові;
- ваги-рокла.

Для зважування та транспортування великогабаритних та довгомірних вантажів застосовуються кранові складські ваги. Вони підвішуються на гак підймальних кранів. Вантажепідйомність таких вагів може досягати 50 тонн.

Електронні складські ваги позбавлять від ручного підрахунку великого числа однакових предметів. Спочатку з їх допомогою визначають масу однієї одиниці товару. Підрахунок всього числа предметів після їх зважування виконується складськими вагами автоматично. Існують і такі рахункові складські ваги, які звуком сигналізують про досягнення заданої кількості. Діапазон вимірювання ваги досить великий: від 2 до 150 кг. Це дозволяє вибрати найбільш підходящу марку виходячи з необхідної точності зважування.

Значно частіше в складському господарстві застосовують складські ваги загального призначення. У цю групу входять настільні (рис. 12.1, а), підлогові (рис. 12.1, б), платформні (рис. 12.1, в) (пересувні і стаціонарні) та палетні (рис. 12.1, г) складські ваги.



а)



б)



и)



г)

Рис. 12.1. Настільні (а), підлогові (б), платформні (в) та палетні (г) складські ваги

Ваги настільні звичайного виконання призначені для статичного зважування готової продукції та сировини в звичайних умовах на складах.

Особливості настільних вагів:

- простота у підключенні та обслуговуванні;
- підвищений захист від перевантаження;
- можливість підрахунку кількості однакових деталей;
- наявність інтерфейсів забезпечує зв'язок з комп'ютером;
- робоча температура: від -10 до + 40 С.

Стандартні функції настільних вагів:

- зважування;
- тарування у всьому діапазоні;
- підрахунок кількості або підключення до принтера етикеток;
- підсумовування.

Підлогові складські ваги застосовують для визначення маси продукції в діапазоні від 30 до 300 кг. Вони виконані в єдиному корпусі (взвешиваюча платформа і індикаторна головка), що дозволяє легко переставляти їх у будь-яке місце. Живлення таких складських ваг може бути також від мережі і від батарейок. Підлогові складські ваги можуть бути виконані у вологозахищеному виконанні, тобто допускати пряме попадання води при збиранні в приміщенні складу.

Підлогові складські ваги оснащують індикаторної голівкою поворотного типу, що дозволяє встановити передню панель індикатора під кутом, що забезпечує найкращу видимість цифрового табло.

Платформні складські ваги - найбільш поширені складські ваги, оскільки дозволяють зважувати великі маси вантажів. Діапазон ваги платформних складських ваг коливається від 300 кг до десятків тонн.

Зважувальна платформа часто комплектується в'їзним і виїзним пандусом, якщо вона не встановлена у заглиблене місце. Платформа найчастіше виготовляється зі звичайної сталі, однак може виконуватися і з нержавіючої сталі, що підвищує її довговічність в умовах підвищеної вологості або агресивного середовища. Корпуси тензодатчиків, встановлених в таких складських вагах, також можуть бути виконані з різних металів: алюмінію, звичайної або нержавіючої сталі. Ваги комплектують індикаторної голівкою, яка з'єднується з платформою гнучким кабелем і кріпиться або на стійці, або на стінці поруч з платформою.

Палетні (П-образні) ваги призначені для зважування вантажів на піддонах — європалетах, які перевозяться гідравлічними візками та електрокарами. Виготовляються з найбільшою межею зважування від 500 до 3000 кг. Ваги для зважування палет розроблені з урахуванням всіх особливостей та вимог, необхідних для зручного, якісного і точного зважування вантажів на піддонах. Платформа ваг встановлена на чотири тензометричних датчики, що забезпечує високу точність вимірювань, надійність і довговічність обладнання.

Ваги для навантажувачів (рис.12.2)

Візок-ваги ЗЕВС (рокла) - це універсальний транспортувальник палет, призначений як для переміщення вантажів вручну, переважно на піддонах (палетах), так і зважування вантажу (рис. 12.2, а).

Від звичайних візків відрізняється наявністю гідравлічного домкрата, який за допомогою тяг і важелів піднімає і опускає вила візки. Рокли ЗЕВС широко застосовуються на різного роду складах, промислових, сільськогосподарських і торгових підприємствах, магазинах, митних терміналах і т.п.

Особливості ваг рокла ЗЕВС:

- компенсація маси тари;
- автоматична установка нуля;
- підсумовування маси вантажу;
- функція стабілізації ваги.

Бездротові ваги для навантажувачів

Фірма Ravas пропонує універсальну систему зважування iForks, призначену для додаткового обладнання готових навантажувачів. Система iForks складається зі спеціальних вилок з інтегрованим датчиком визначення ваги і дисплея, який встановлюється в кабіні оператора (рис. 12.2, б).



а)



б)

Рис. 12.2. Візок-ваги (а), та бездротові ваги для навантажувачів (б)

Ваги легко кріпляться до вил, не вимагаючи механічного та конструктивного втручання, тому для підключення системи iForks не потрібно проводів, а сама система встановлюється за лічені хвилини. В результаті, кожен вантаж, що піднімається зважується з мінімальною похибкою.

Для визначення ваги оператор піднімає вантаж до промаркованої мітки. Потім вила обережно знижуються до контрольної точки і зупиняються. Індикатор RCS розраховує вагу і протягом 3-5 секунд передає інформацію про масу вантажу на дисплей в кабіні навантажувача за допомогою бездротового з'єднання через інтерфейс WLAN. Живлення ваг здійснюється від змінних акумуляторних блоків.

Система зважування має повний набір функцій зважування, включаючи лічильник кількості піднятих вантажів. Індикатор може передавати дані на портативний принтер, термінал або безпосередньо в систему WMS або ERP через інтерфейси RS232, Bluetooth або Wi-Fi. Система iForks також підтримує технологію цифрового калібрування, за допомогою якої забезпечується налагодження та регулювання ваг.

Переваги системи:

- універсальність: можливість установки на навантажувачі будь-якого типу вантажопідйомності і з різними класами кареток;
- мобільність: при необхідності ваги можна перенести на будь-який інший навантажувач;
- вартість ваг для навантажувача набагато нижче вартості стаціонарних ваг;
- швидка установка і калібрування обладнання;
- простота експлуатації - не потрібно проводити спеціального навчання персоналу.

Можливості системи:

- автоматичний підрахунок загальної маси вантажу (до 999 тонн) і зберігання інформації про результати зважування (до 256 операцій);
- зберігання інформації про калібрування на випадок використання різного навісного устаткування (до 10 операцій);
- установка режиму завантаження до заданої маси (зворотний відлік);
- можливість введення назви компанії-замовника, найменування вантажу (до 32 записів).
- точність зважування в динамічному режимі до $\pm 1\%$.

Кранові складські ваги (рис. 12.3) являють собою пристрої, які підвішують на гак вантажопідймальних механізмів.



Рис. 12.3. Кранові складські ваги

Діапазон вимірювань кранових складських ваг великий - від 100 кг до 50 т. Такі складські ваги необхідні на складах, де зберігають великогабаритні та довгомірні вантажі, металопродукцію.

Все кранові ваги обов'язково оснащені пультом дистанційного керування, а деякі моделі - радіомодемом, за допомогою якого можлива передача результатів зважування в комп'ютерну систему підприємства. Живлення кранових складських ваг здійснюється від акумуляторів, що перезаряджаються. Індикатори в кранових складських вагах, як правило, виконані на світлодіодах, що забезпечують необхідну висоту і достатню яскравість символів.

12.3 Стационарні автомобільні та вагонні ваги

До спеціалізованих складських ваг належать автомобільні (стаціонарні та пересувні) та вагонні ваги (рис. 12.4), а також вантажопідйомні механізми, що оснащені ваговимірювальними пристроями. Серед останніх на складах досить популярні складські ваги-візок або зважувальні вила для автотранспорту. Ваги-візок зручно використовувати у випадках, коли постійне місце для зважування вантажів відсутнє, а можливість установки в ці складські ваги принтера для друку етикетки з результатами зважування робить їх досить універсальними. До цього ж типу складських ваг можна віднести і П-подібні ваги. Істотним їх перевагою також є мобільність, оскільки їх легко перемістити в будь-яку точку складу, де потрібно провести зважування.

Автомобільні ваги призначені для зважування автотранспорту як в динаміці, так і в статичному положенні. Дозволяють проводити зважування з повним заїздом автотранспорту довжиною до 24 метрів на ваги, витримують максимальне навантаження до 100 тонн.

Автомобільні ваги дають можливість створити комплексну систему обліку вхідних і вихідних товарних потоків на підприємстві, у разі коли основним способом доставки вантажів є автомобільний транспорт. Маючи широкий діапазон робочих температур (може становити від -40 до +80 ° С) такі ваги дозволяють точно виміряти вагу автомобіля з продукцією, незалежно від пори року. Завдяки таким характеристикам, а також можливості монтажу ваг як на одному рівні з поверхнею землі, так і вище рівня землі з заїздом через пандуси, таке вагове обладнання ідеально підходить для застосування в різних галузях промисловості (рис.12.4, а).

Ваги вагонні. На рис. 12.4, б наведені вагонні ваги електронні модифікації ВВТ (ваги вагонні тензометричні).

Ваги ВВТ це платформні вагонні ваги широкої колії (1520 мм) для статичного зважування вантажу, що перевозиться залізничним транспортом. Може використовуватися схема ваг для візкового зважування або схема ваг для вагонного зважування.

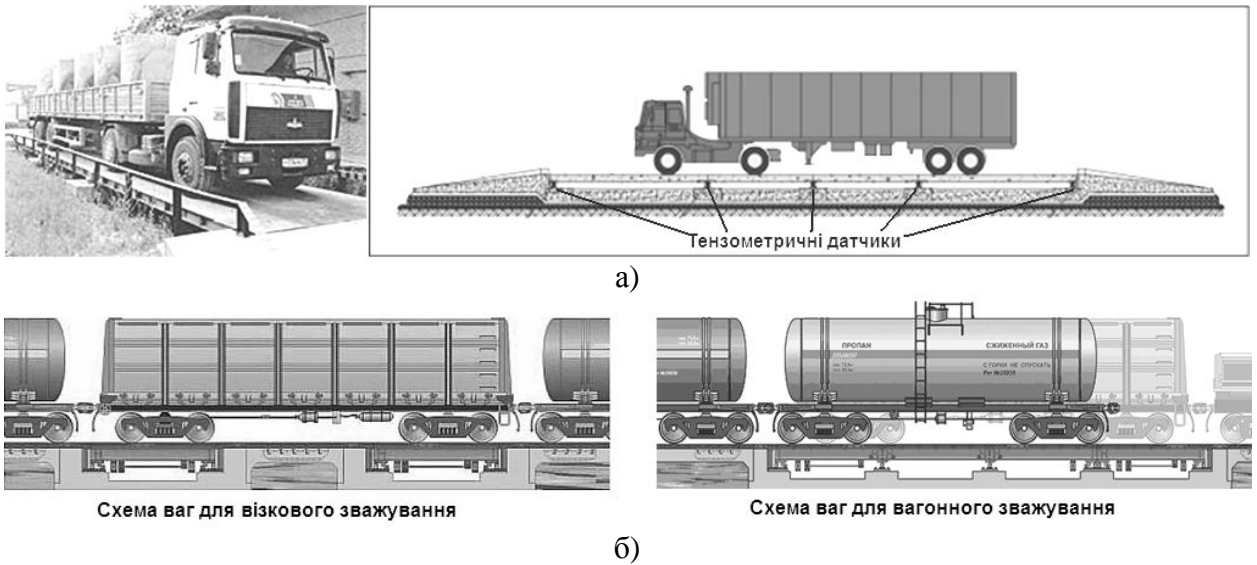


Рис. 12.3. Автомобільні ваги (а) та ваги вагонні електронні модифікації ВВТ (б)

12.4 Конвеєрні ваги

Для зважування сипучих вантажів, що надходять на склад, використовуються конвеєрні ваги. Конвеєрні ваги це електромеханічна система, призначена для вимірювання навантаження, яке передається матеріалом, що рухаються по конвеєрній стрічці, на один або кілька вимірювальних роликів, а також швидкість руху стрічки для обчислення витрати і маси матеріалу переміщуваного конвеєром.

Принцип роботи конвеєрних вагів показаний на рис. 12.5.

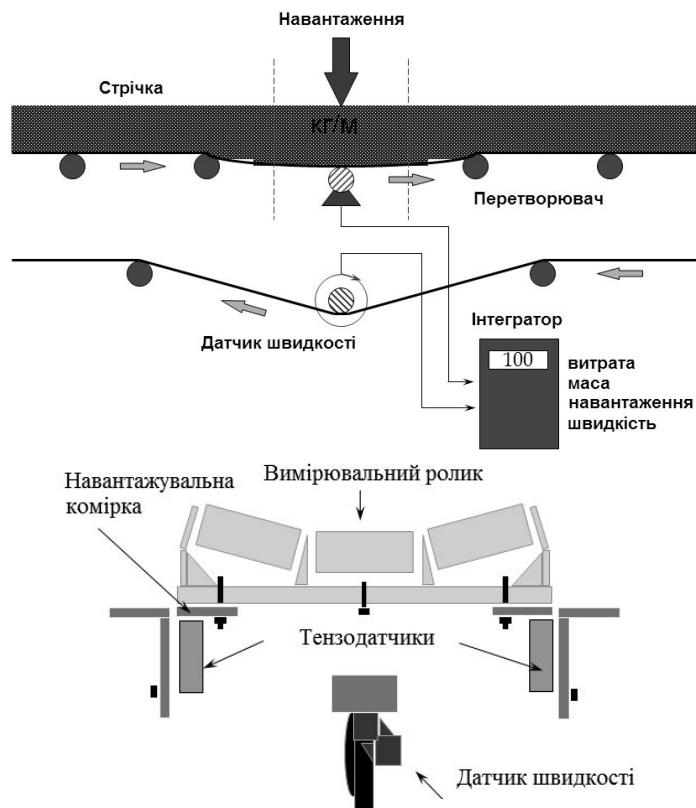


Рис. 12.5. Принцип роботи конвеєрних вагів

Вимірювальний ролик «плаває» по відношенню до інших, передаючи навантаження на тензометричний перетворювач.

Тензометричний перетворювач виробляє електричний сигнал пропорційний навантаженні на конвеєрній стрічці.

Оскільки витрата матеріалу залежить від швидкості руху конвеєрної стрічки, до складу системи входить датчик швидкості.

Сигнали від перетворювача і датчика швидкості надходять на інтегратор.

Отримана інформація:

- витрата,
- маса.

Для підключення конвеєрних вагів у загальну систему керування складом використовують такі засоби зв'язку: аналоговий вихід пропорційний потоку, імпульсний вихід для віддаленого лічильника, релейні виходи, засоби комунікації.

Для нахилених конвеєрів використовується компенсатор нахилу, який підвищує точність конвеєрних ваг (рис. 12.6.).

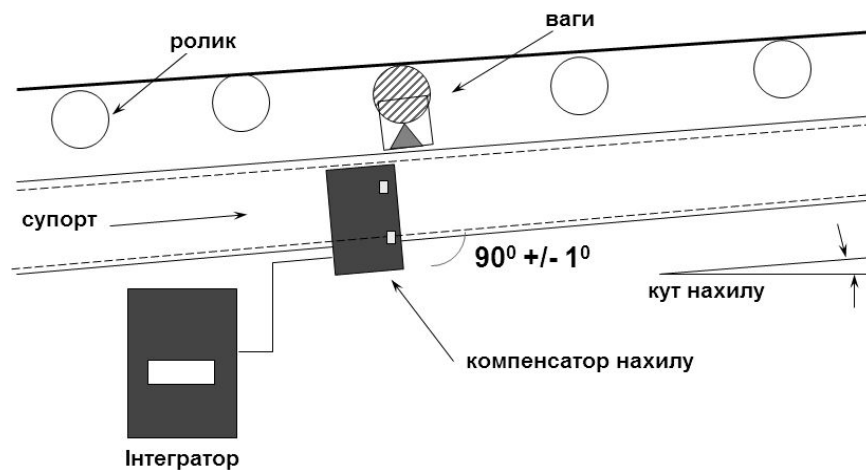


Рис. 12.6. Компенсатор нахилу конвеєрів

Компенсатор нахилу використовується для конвеєрів із змінним кутом нахилу, він вимірює кут нахилу конвеєра і вводить корекцію. Діапазон $\pm 30^\circ$. Кріпиться до супорта конвеєра.

Контрольні запитання

1. Які засоби дозволяють зробити кількісне визначення вантажу?
2. Яким чином класифікують складські ваги?
3. Як визначити похибку вимірювання вагів?
4. Як розрізняють складські ваги за способом встановлення?
5. Чим відрізняються електронні складські ваги?
6. Чим відрізняються настільні та підлогові складські ваги?
7. Чим відрізняються платформні складські ваги?
8. Чим відрізняються стаціонарні автомобільні та вагонні ваги?
9. У чому полягає принцип роботи конвеєрних вагів?
10. Які датчики найчастіше використовують складські ваги?

13 Ваговимірювальні пристрої на основі контролерів

13.1 Ваговимірювальні пристрої

Ваговимірювальні пристрої складаються з ваговимірювальної комірки, яка видає електричний сигнал у вигляді напруги, пропорційний механічному впливу, та електронного пристрою, що перетворює цю напругу у форму, придатну для відображення або обробки результату вимірювання цього механічного впливу.

У разі, коли ваговимірювальні пристрої є складовою частиною системи керування на основі програмованих логічних контролерів, то таким електронним пристроєм може бути спеціальні ваговимірювальні модулі, призначені для вирішування різних завдань ваго вимірювання, починаючи з визначення та контролю ваги різних об'єктів до отримання суміші, що складається з різних компонент з визначеною пропорційністю цих компонент, наприклад, при виготовленні напоїв та інших харчових продуктів.

Більш простим засобом для обробки даних, отриманих з ваговимірювальних комірок, є модулі введення аналогових сигналів. Але у цьому разі потрібні модулі, що здатні обробляти сигнали з ваговимірювальних комірок, оскільки максимальний рівень вихідної напруги складає десятки мілівольт.

Часто ваговимірювальні пристрої використовую декілька ваговимірювальних комірок, наприклад, для ваговимірювальної платформи може використовуватись чотири ваговимірювальних комірок. Паралельне підключення цих комірок можна здійснити за допомогою розподільної коробки, яка дозволяє підключити до одного електронного пристрою до чотирьох ваговимірювальних комірок.

Далі розглянемо ваговимірювальні пристрої на основі обладнання фірми Сименс, яка випускає усі компоненти, потрібні для створення різноманітних ваговимірювальних пристроїв.

13.2 Ваговимірювальні комірки SIWAREX

Ваговимірювальні комірки SIWAREX R та SIWAREX WL200 оснащені вимірювальними смужками (DMS), які розширюються.

Вони використовуються для статичного і динамічного виміру ваги. Різноманітні типи вимірювальних комірок перекривають діапазон номінальних навантажень від 6 кг до 280 т (рис. 13.1).



Рис. 13.1. Ваговимірювальні комірки SIWAREX

Ваговимірювальні комірки SIWAREX R та SIWAREX WL200 можуть використовуватися для різних зважувальних пристроїв.

Конструкція ваговимірювальних комірок

Ваговимірювальні комірки це датчики, які перетворюють механічну величину (вагу) в електричний сигнал. Основним елементом є спеціальне пружинне тіло, на якому динамічно закріплені вимірювальні смужки (DMS). DMS складаються з тонкого ізоляційного матеріалу, на який інтегрована резистивна плівка.

Принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинального стрижня наведений на рис. 13.2.

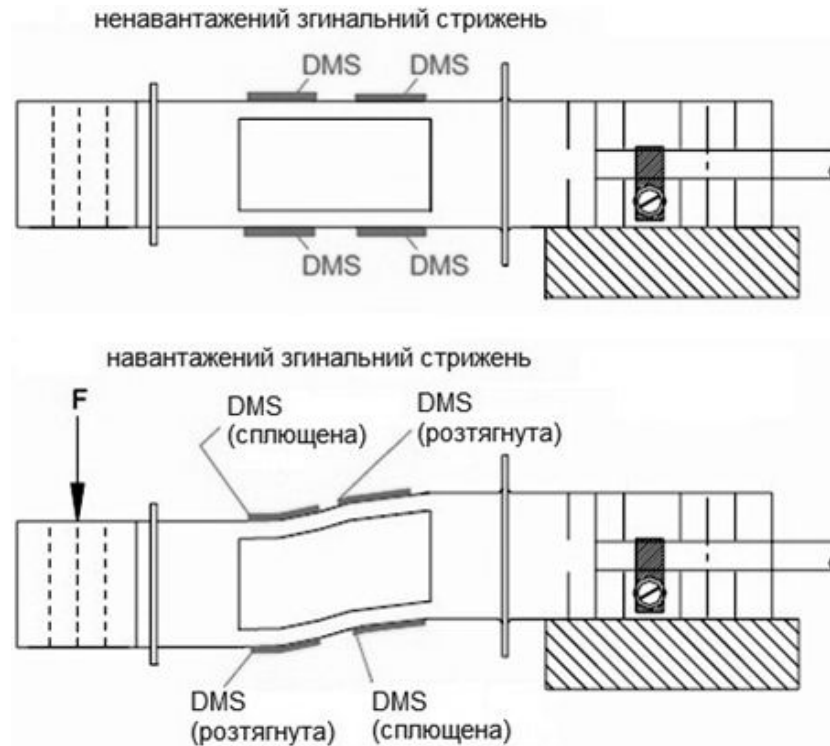


Рис. 13.2. Принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинального стрижня

Принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинальної кільцевої пружини наведений на рис. 13.3.

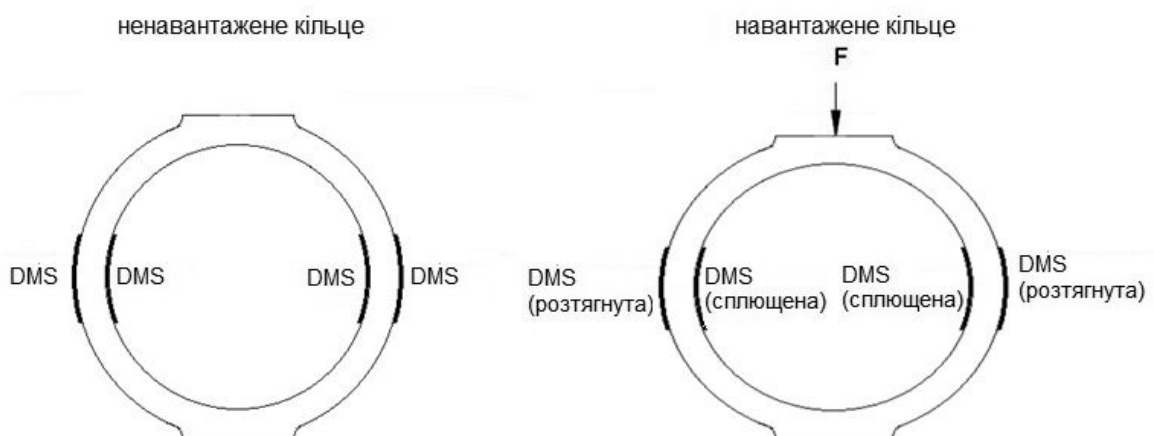


Рис. 13.3. Принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинальної кільцевої пружини

Під впливом ваги пружинне тіло деформується (див. рисунки) а з ним і DMS, які можуть розтягуються (опір збільшується) або сплющуються (опір зменшується).

Кожна ваговимірювальна комірка має чотири DMS, які складають міст Уїтстона.

Принципова схема мосту Уїтстона наведена на рис. 13.4.

На одну діагональ моста подається напруга живлення (EXS+, EXS-), з другої знімається вимірювальна напруга (SIG+, SIG-).

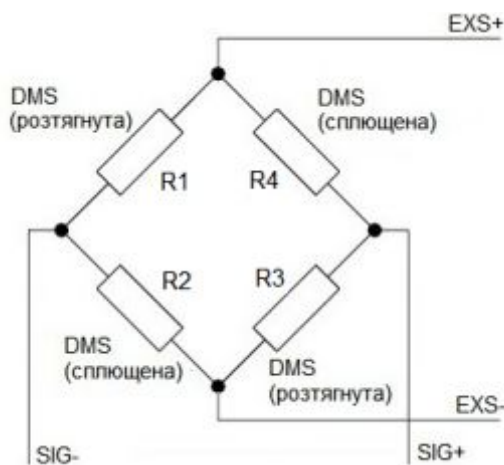


Рис. 13.4. Принципова схема мосту Уїтстона

При виконанні співвідношення $R1 / R2 = R4 / R3$ напруга діагоналі моста дорівнює нулю. При деформації змінюється опір (наприклад, R1 та R3 збільшуються при розтягуванні, а R2 та R4 зменшуються при сплюсненні), що викликає зниження потенціалу точки з'єднання резисторів R1 і R2 та збільшення потенціалу точки з'єднання резисторів R4 і R3, що у свою чергу приводить до зміни напруги діагоналі моста (SIG+, SIG-). Ця напруга несе інформацію про зміну опору та відповідно при зміну навантаження.

Далі наведені основні характеристики ваговимірювальних комірок.

Номинальне максимальне навантаження (t) - найбільше значення величини (маси), яка може бути прикладена до датчика, не перевищуючи максимально допустиму похибку.

Робочий коефіцієнт передачі (C_n - mv/v) (номинальний показник, чутливість) - відношення різниці напруг вихідного сигналу датчика (mB), виміряної при номинальному і нульовому зусиллі, до напруги живлення тензодатчика (B).

Температурний коефіцієнт чутливості - зміна РКП при зміні температури на 10°C , у відсотках «%» від C_n

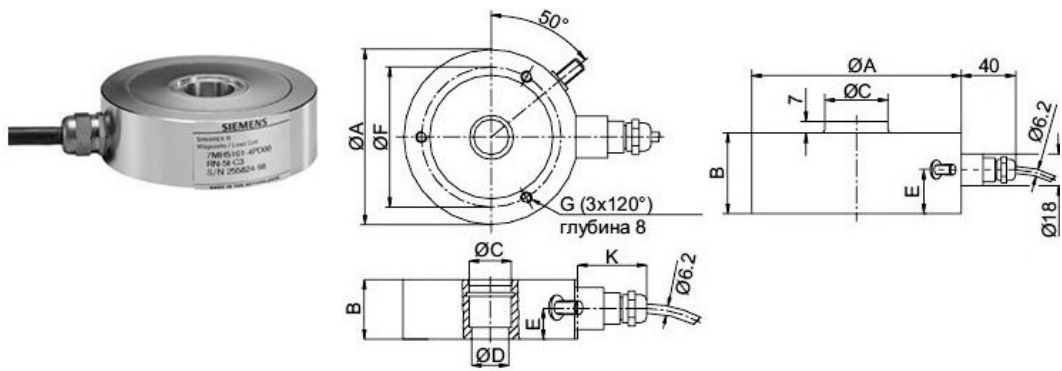
Температурний коефіцієнт нуля - зміна початкового коефіцієнта передачі при зміні температури на 10°C , у відсотках «%» від C_n .

Нелінійність - максимальне відхилення зростаючої чи спадаючої кривої вихідного сигналу датчика від прямої лінії, проведеної від значення сигналу датчика при нульовій навантаженні до значення сигналу датчика при максимальному навантаженні.

Комбінована похибка - сумарна приведена похибка датчика обумовлена комплексним впливом всіх факторів, що впливають на точність вимірювання, у відсотках «%» від C_n .

Ваговимірювальні комірки SIWAREX R – серія RN.

Ваговимірювальні комірки SIWAREX R серії RN це комірки на основі згинальної кільцевої пружини з номинальним навантаженням 60 кг, 130 кг, 280 кг, 500 кг, 1 т, 2 т, 3,5 т, 5 т, 10 т, 13 т, 28 т, 60 т (рис. 13.5).



Номинальне навантаження	A	B	C	D	E	F	G	K
60 кг, 130 кг, 280 кг	63	22	15,1	3,2	15	55,5	M5	34
0,5 т, 1 т	80	25	19	M10	-	70	M6	17,5
2 т, 3,5 т, 5 т	80	30	19	15H7	-	70	M6	17,5
10 т	95	35	29,1	24,9	-	-	-	17,5
13 т	95	35	29,1	24,9	20	-	-	40
28 т	120	46	35,9	-	25	-	-	-
60 т	140	62	47,9	-	34	-	-	-

Рис. 13.5. Ваговимірювальні комірки SIWAREX R серії RN

Для встановлення вимірювальних комірок SIWAREX R серії RN використовують такі монтажні компоненти:

- опора, що коливається (зліва 0,06 ... 13 т, справа 28/60 т) (рис. 13.6);
- опора, що коливається та самостійно центрується (зліва 0,06 ... 1 т, справа 2 ... 13 т) (рис. 13.7).



Номинальне навантаження	A	B	C	D	E	F	K	L	M
60 ... 280 кг	80	60	52	63	22	8	11	9	12
0,5 т, 1 т	100	75	79	80	25	15	10	11	25
2 т, 3,5 т, 5 т	100	75	79	80	30	15	8,5	11	25
10 т, 13 т	120	90	121,2	95	35	20	20	14	40
28 т	160	120	203	120	53	30	25	22	40
60 т	200	140	254	140	69	36	34	26	50

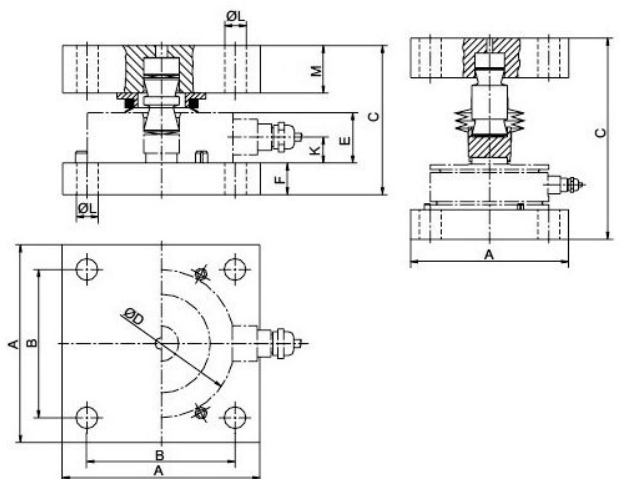
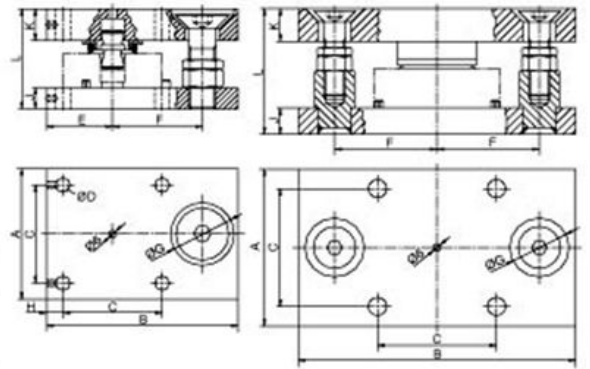


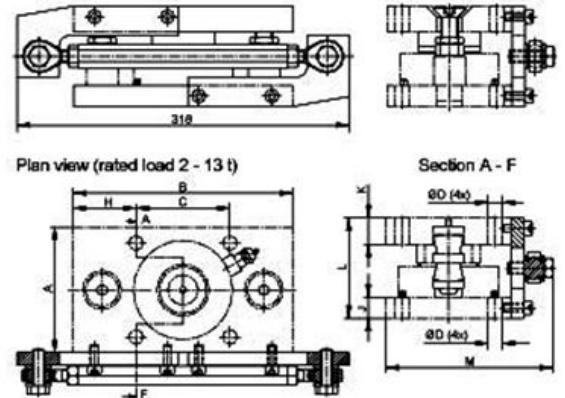
Рис. 13.6. Опора, що коливається



Номинальне навантаження	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
60 кг, 130 кг, 280 кг	80	118	60	9	40	57	39	10	8	12	52
0,5 т, 1 т	100	145	75	11	50	68	48	12,5	15	25	79
2 т, 3,5 т, 5 т	100	190	75	11	-	68	48	-	15	25	79
10 т, 13 т	120	210	90	14	-	77,5	45	-	20	40	121,2

Рис. 13.7. Опора, що коливається та самостійно центрується

При наявності небажаних горизонтальних сил при зважуванні використовується комбінований монтажний блок (рис. 13.8).



Номинальне навантаження	A	B	C	D	H	J	K	L	M
0,5 т, 1 т	100	145	75	11	12,5	15	25	79	140
2 т, 3,5 т, 5 т	100	190	75	11	57,5	15	25	79	140
10 т, 13 т	120	210	90	14	60	20	40	121,2	160

Рис. 13.8. Комбінований монтажний блок

Ваговимірювальні комірочки SIWAREX WL250 ST-S SA (рис. 12.9).



Технічні дані SIWAREX WL 250 ST-S SA

Можливі області використання	Застосування для розтягування і стиснення, підвісні ваги, контейнерні ваги, гібридні ваги
Конструктивне виконання	Ваговимірювальна комірочка, що працює на згинання
Ном. навантаження / макс. навантаження E_{max}	50, 100, 250, 500 кг 1, 2,5, 5, 10 т
Макс. ціна розподілу n_{lc}	3 000
Комбінована похибка F_{comb}	$\pm 0.02 \% C_N$
Номинальний вимірювальний шлях h_n	
Напруга живлення (діапазон)	5 ... 12 В пост. струму
Номинальний показник C_N	3.0 ± 0.008 мВ/В
Допуск нульового сигналу D_0	$\pm 1.0 \% C_N$
Вхідний опір R_e	$430 \Omega \pm 4 \Omega$
Вихідний опір R_a	$350 \Omega \pm 3.5 \Omega$

Рис. 13.9. Ваговимірювальні комірочки SIWAREX WL250 ST-S SA

Ваговимірювальні комірки призначені для зважування резервуарів, гібридних ваг або підвісних контейнерних ваг. Виконані з нержавіючої сталі і тому підходять для використання у важких навколишніх умовах.

Вимірювальний елемент вбудований герметично і його вихідний сигнал відкалібрований.

Розподільні коробки

Розподільна коробка РК (JB) (рис. 13.10) використовується для паралельного підключення ваговимірювальних комірок (ВК) до ваговимірювального модулю. За допомогою однієї розподільної коробки можна паралельно підключити до 4 ваговимірювальних комірок.

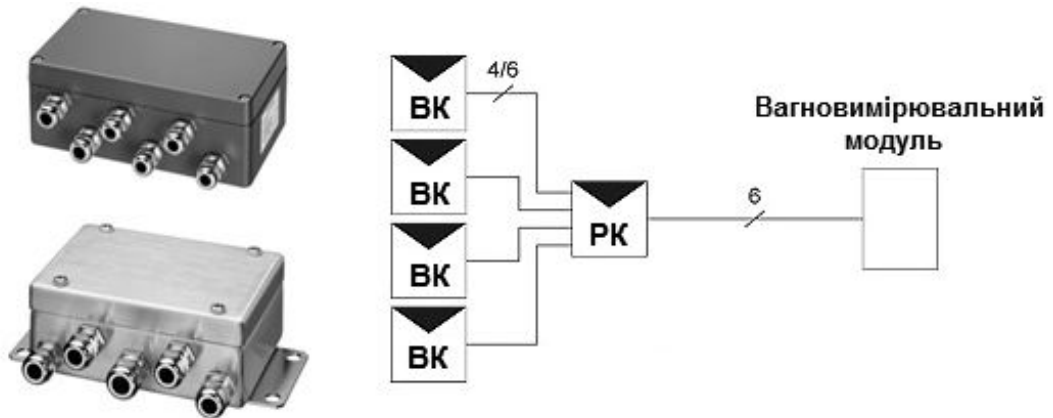


Рис. 13.10. Розподільна коробка РК (JB)

Принципова схема підключення датчиків до розподільної коробки наведена на рис. 13.11.

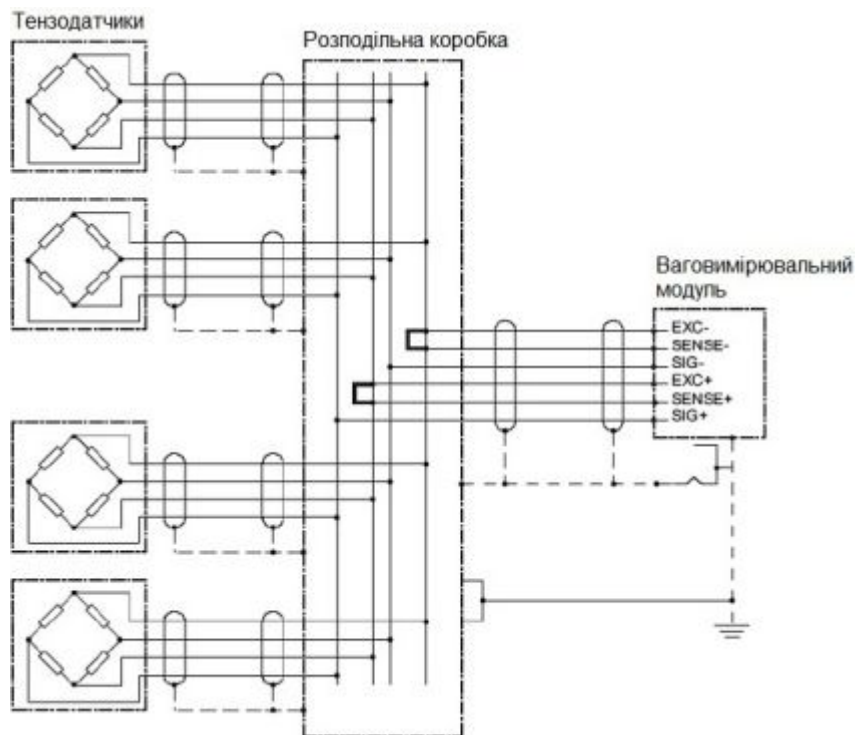


Рис. 13.11. Принципова схема підключення датчиків до розподільної коробки

13.3 Ваговимірювальні модулі

Ваговимірювальний модуль SIWAREX U

Функціональний модуль SIWAREX U - це multifunkціональний ваговимірювальний модуль для всіх простих завдань, що стосуються зважування і вимірювання сил (рис. 13.12).

Функціональний модуль SIWAREX U призначений для використання у складі ПЛК SIMATIC S7- 300.



Рис. 13.12. Функціональний модуль SIWAREX U

SIWAREX U має такі характеристики:

придатний для використання у складі ПЛК SIMATIC S7- 300 та децентралізованих систем ET 200M;

2 канали ваговимірювання;

- вимірювання ваги і сили з верхнім дозволом 65000 ділень (16 біт) і з точністю 0,05%;
 - частота вимірювання до 50 Гц;
 - можлива теоретична юстирування без еталонних вантажів;
 - допускається заміна модуля без необхідності повторного налагодження ваг.
- Типові завдання, що виконуються за допомогою SIWAREX U:
- контроль рівня заповнення сховищ і бункерів;
 - контроль навантажень на крани і троси;
 - вимір навантаження на конвеєрні стрічки;
 - захист від перевантаження в промислових підйомниках;
 - ваги на вибухонебезпечних ділянках (реалізується за допомогою вибухозахищеного інтерфейсу);
 - контроль натягу стрічки.

На рис.13.13 наведена 4-провідна схема підключення тензOMETричного датчика до модуля.

На рис.13.14 наведена 6-провідна схема підключення тензOMETричного датчика використовується для компенсування можливої зміни напруги живлення датчиків шляхом її вимірювання.

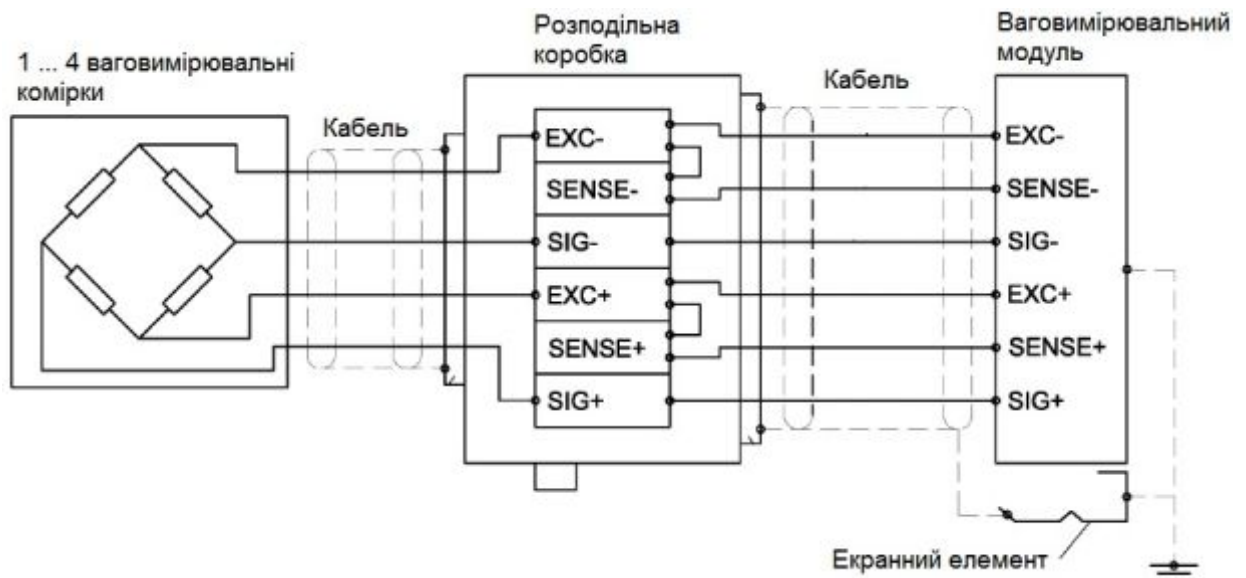


Рис.13.13. 4-проводна схема підключення тензометричного датчика до модуля

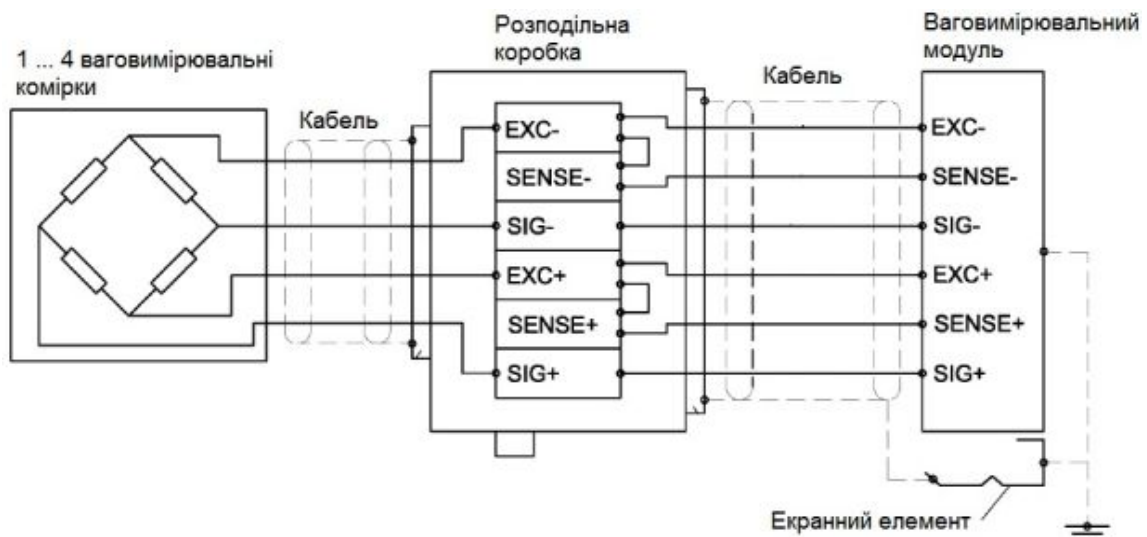


Рис.13.14. 6-проводна схема підключення тензометричного датчика до модуля

13.4 Ваговимірювальні пристрої на основі контролерів Ардуіно

Для мобільних компактних вимірників ваги становить інтерес використання систем зважування на основі апаратно-програмного комплексу Arduino, в складі якого є модуль зважування HX711, призначений для вимірювання сигналу тензометричних датчиків виконаних у вигляді моста Уитстона.

Схема підключення тензометричного датчика до контролера Arduino за допомогою модуля зважування HX711 наведена на рис. 13.15.

Основою цієї системи зважування є високоточний двоканальний модуль, побудований на мікросхемі HX711, яка має аналого-цифровий перетворювач з дозволом 24 біта, що забезпечує високу точність вимірювання.

Модуль має 2 канали А і В, до яких можна підключити два тензодатчика. Для каналу А коефіцієнт посилення дорівнює 64 або 128 (для сигналів, відповідно, ± 40 мВ ± 20 мВ), для каналу В коефіцієнт посилення дорівнює 32 (для сигналів ± 80 мВ). Модуль працює з частотою вимірювання 10 або 80 Гц.

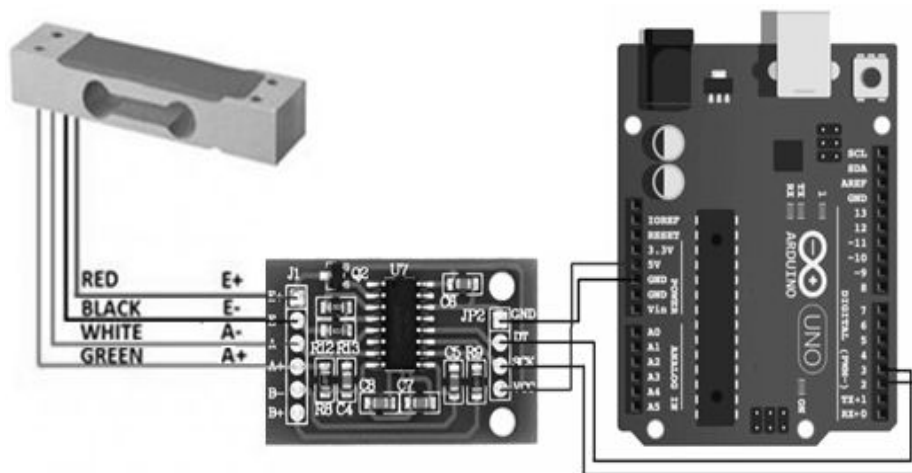


Рис. 13.15. Схема підключення тензометричного датчика до контролера Arduino за допомогою модуля зважування HX711

Для спрощення програмування є бібліотека Arduino, наприклад, бібліотека HX711-master, що має в своєму складі функції вимірювання з можливістю усереднення декількох значень, а також функції тарування та калібрування.

Для передачі даних вимірювань в комп'ютер можна використовувати вбудовані інструменти IDE Arduino, а саме, "Монитор порта" ("Монітор порту") для виведення чисельних даних і "Плоттер по послідовному соединению" ("Плоттер по послідовному з'єднанню") для виведення графіків в режимі реального часу.

Приклади представлення даних у вигляді послідовності чисел і графіка наведені на рис. 13.16.

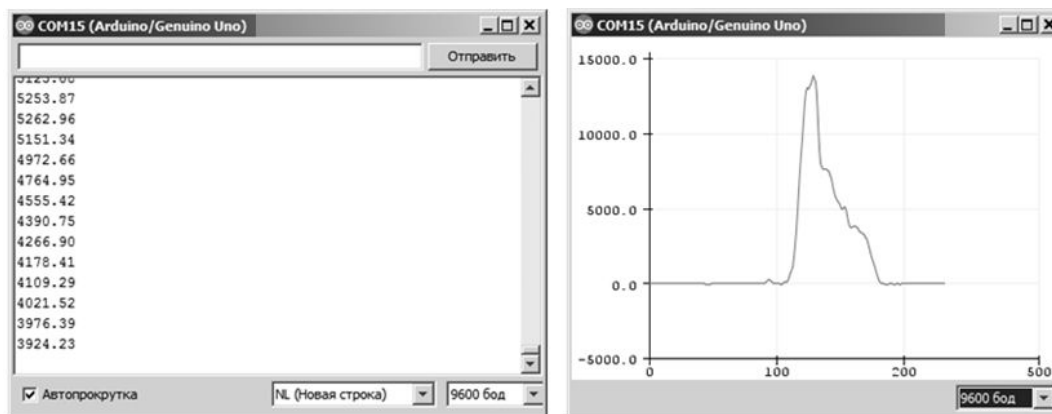


Рис. 13.16. Приклади представлення даних у вигляді послідовності чисел і графіка

Ось Y показує дані, які передаються по послідовному порту (USB). Ось X складається з 500 позицій, і кожен з яких послідовно виводиться значення, відповідне одному виконання команди `Serial.println()`.

Частота виведення даних, що вимірюються, на екран відповідає частоті виконання команди `Serial.println()`.

Завдання до практичних занять

Ознайомитися з програмою виведення даних вимірювання ваги у вигляді графіка, що наведена у прикладі. Наведена програма виводить 500 значень з періодом 10 с.

Змінити програму для постійного виведення даних.

Приклад розв'язання задач з теми заняття

програма виведення даних у вигляді графіка. При запуску програми здійснюється тарировка за допомогою функції `scale.tare()`, калібрування за допомогою функції `scale.set_scale(calibration)`, а також установка коефіцієнта посилення 128 (діапазон ± 20 мВ) за допомогою функції `scale.set_gain(128)` або 64 (діапазон ± 40 мВ) за допомогою функції `scale.set_gain(64)`. Зчитування даних здійснюється за допомогою функції `scale.get_units()`.

У програмі використовувалась бібліотека `HX711 Arduino Library` (`HX711-master.zip`).

sketch_HX711_2019_4_18

```
#include <HX711.h> // підключаємо бібліотеку HX711
HX711 scale;
float calibration = 3.7; // калібрувальний коефіцієнт
float units, gramm;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(3, 2);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // скидаємо ваги на нуль
  scale.set_scale(calibration); // застосовуємо калібрування
  scale.set_gain(128);
}
void loop() {
  for(int i = 0; i < 500; i++) { // 500 вимірювань
    units += scale.get_units(), 1;
    gramm = units * 0.035274; // переводимо унції в грами
    Serial.println(gramm);
  }
  //delay(10000); // період повторення виведення графіка 10 с
}
```

Контрольні запитання

1. З чого складаються ваговимірювальні пристрої?
2. Для чого використовують ваговимірювальні комірки SIWAREX R та SIWAREX WL200?
3. У чому полягає принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинального стрижня?
4. У чому полягає принцип дії ваговимірювальні комірки на основі згинальної кільцевої пружини?
5. Як виглядає принципова схема мосту Уїтстона ?
6. Які монтажні компоненти використовують для встановлення вимірювальних комірок?
7. Для чого використовується розподільна коробка?
8. Які схеми використовують для підключення тензометричного датчика до ваговимірювального модуля?
9. Який модуль використовується для підключення тензометричного датчика до контролера Arduino?
10. Які засоби можна використовувати для передачі даних вимірювань в комп'ютер?

14 Інформаційні технології

14.1 Основні визначення

Через кожен ланку логістичного ланцюга проходить велика кількість одиниць товарів. При цьому усередині кожної ланки товари неодноразово переміщуються по місцях зберігання та обробки.

Для того, щоб мати можливість ефективно управляти цією динамічною, логістичною системою, необхідно в будь-який момент мати детальну інформацію про матеріальні потоки, що входять і виходять з неї, а також про матеріальні потоки, що циркулюють всередині неї.

Інформація про матеріальні потоки може зберігатися централізовано в базі даних системи управління або безпосередньо на товарі. У першому випадку необхідно мати повну інформацію про розташування окремих одиниць товару, що доцільно, коли потоки окремих видів товару розділені, і дуже важко при великій номенклатурі. У другому випадку інформація міститься на ідентифікаторі, який встановлений безпосередньо на товарі.

Розглянемо різні способи ідентифікації товарів.

Для ідентифікації товарів використовують такі способи кодування інформації.

Лінійні (одномірні - 1D) штрих-коди, що читаються в одному напрямку. Призначені для кодування невеликої кількості інформації.

Двовимірні - 2D символіки, розроблені для великої кількості інформації. Розрізняють багаторівневі (stacked) і матричні (matrix) двовимірні коди.

Радіомітки - RFID, що представляють собою компактні пристрої (мобільні носії інформації), які закріплюються на товар і опитуються або обмінюються інформацією.

Автоматизований збір інформації заснований на зчитуванні коду за допомогою спеціального пристрою, з наступною передачею інформації в систему управління для аналізу і прийняття рішення.

14.2 Використання штрихових кодів для автоматичної ідентифікації

Лінійними (звичайними) називаються штрих-коди, що читаються в одному напрямку (по горизонталі). Найбільш поширені лінійні символіки EAN (European Article Number - Європейський номер артикулу). EAN-8 складається з 8 цифр, EAN-13 використовує 13 цифр. Крім того використовують коди UPC, UPC-A, UPC-E, Code39, Code128, UPC / EAN-128 і т.д. Лінійні символіки дозволяють кодувати невеликий обсяг інформації (до 20-30 символів, звичайно цифр).

У сфері обігу широке застосування отримав код EAN-13 (рис. 14.1), що підтримується міжнародною організацією GS1 і який часто можна зустріти на товарах масового споживання.



Рис. 14.1. Зовнішній вигляд та структура лінійного штрих-коду EAN

Код EAN має алфавіт, в якому кожній цифрі відповідає певний набір штрихів і пробілів. На етапі запуску товару у виробництво йому привласнюється тринадцятипозиційний цифровий код, який згодом у вигляді штрихів і пробілів буде нанесений на цей товар. У табл. 14.1 наведені значення кодів різних країн.

Перші дві або три цифри позначають код представництва GS1, який присвоєно асоціацією EAN і його не можна розглядати як код країни походження товару оскільки зазвичай застосовують номери, виділені для центрального офісу.

Таблиця 14.1.

СТРАНА	КОД EAN	СТРАНА	КОД EAN	СТРАНА	КОД EAN
Австралія	93	Куба	850	Тайвань	471
Австрія	90-91	Латвія	475	Турція	869
Аргентина	779	Литва	477	Україна	482
Бельгія	54	Мавританія	609	Уругвай	773
Болгарія	380	Малайзія	955	Філіппіни	480
Болівія	777	Мальта	535	Фінляндія	64
Боснія	387	Мексика	750	Франція	30-37
Бразилія	789	Молдова	484	Хорватія	385
Великобританія	50	Нідерланди	87	Чехія	859
Венгрія	599	Нікарагуа	740-745	Чилі	780
Венесуела	759	Нова Зеландія	94	Швейцарія	76
В'єтнам	893	Норвегія	70	Швеція	73
Германія	400-440	Панама	740-745	Шри-Ланка	479
Греція	520	Парагвай	784	Естонія	474
Данія	57	Польща	590	Южна Корея	880
Ізраїль	729	Португалія	560	ЮАР	600-601
Індія	890	Росія	460	Японія	49
Індонезія	899	Румунія	594	Турція	869
Ірландія	539	Сальвадор	740-745	Україна	482
Ісландія	569	Сербія	860	Уругвай	773
Іспанія	84	Сингапур	888	Філіппіни	480
Італія	80-83	Словакія	858	Фінляндія	64
Канада	00-09	Словенія	383	Франція	30-37
Кипр	529	США	00-09	Хорватія	385
Китай	690-691	Таїланд	885	Чехія	859

Наступні чотири цифри - індекс виробника товару. Сукупність коду країни та коду виробника є унікальною комбінацією цифр, яка однозначно ідентифікує підприємство, що виробляє товар, що маркується.

Решта цифр коду надаються виробнику для кодування своєї продукції на власний розсуд. При цьому кодування можна просто почати з нуля і продовжувати до 99999. Таким чином, перші дванадцять цифр коду EAN однозначно ідентифікують будь-який товар у загальній сукупності товарної маси.

Остання, тринадцята цифра коду є контрольною. Вона розраховується за спеціальним алгоритмом на основі дванадцяти попередніх цифр. Неправильна розшифровка однієї або декількох цифр штрихового коду призведе до того, що ЕОМ, розрахувавши по дванадцяти цифр контрольну, виявить її невідповідність контрольній цифри, нанесеною на товарі. Прийом сканування не підтвердиться і зчитування коду

доведеться повторити. Таким чином, контрольна цифра забезпечує надійну дію штрихового коду, є гарантією стійкості і надійності всієї системи.

Штриховий код являє собою чергування темних і світлих смуг різної ширини, побудованих відповідно до певних правил. Зображення штрихового коду наноситься на предмет, який є об'єктом управління в системі. Для реєстрації цього предмета проводять операцію сканування. При цьому невелика світла пляма або промінь лазера від скануючого пристрою рухається по штриховому коду, перетинаючи поперемінно темні і світлі смуги. Відбитий від світлих смуг світловий промінь вловлюється світлочутливим пристроєм і перетворюється в дискретний електричний сигнал. Варіації отриманого сигналу залежать від варіацій відбитого світла. ЕОМ, розшифрувавши електричний сигнал, перетворює його в цифровий код.

Сам по собі цифровий код товару інформації про його властивості, як правило, не несе. Унікальне тринадцятипозиційне число є лише адресою комірки пам'яті в ЕОМ, яка містить про цей товар всі відомості, необхідні для формування машиночитаних документів. Сукупність цих відомостей утворює так звану базу даних про товар. У подальшому база даних повинна передаватися по ланцюгу руху товару за допомогою мережі електронного зв'язку або на машиночитаних носіях.

Двомірні символи були розроблені для кодування більшого об'єму інформації. Розшифровка такого коду проводиться у двох вимірах (по горизонталі і по вертикалі).

Двомірні коди поділяються на багаторівневі (stacked) і матричні (matrix) (рис. 14.2).

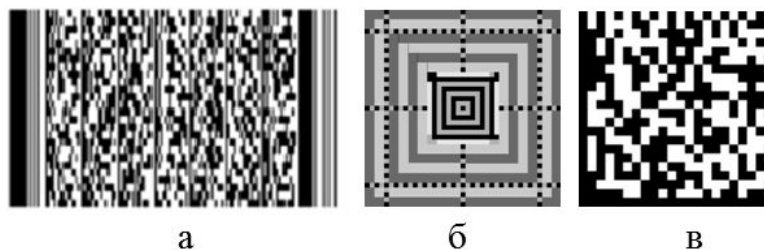


Рис. 14.2. Двомірні коди:

- а – багаторівневі (stacked),
- б – матричні (matrix) Aztec Code,
- в – матричні DataMatrix

Багаторівневі штрихкоди з'явилися історично раніше, і являють собою поставлені один на одного кілька звичайних лінійних кодів (рис. 14.2, а).

Матричні ж коди більш щільно упаковують інформаційні елементи по вертикалі.

Aztec Code - двовимірний матричний штрих-код (рис. 14.2, б).

Побудова відбувається на квадратній регулярній сітці.

На малюнку показані області повної версії Aztec Code.

Червоним і чорним кольором позначені калібрувальні елементи: позначення з концентричних квадратів в центрі і пунктирні прямі для додаткової навігації по шифру. Структура цих областей незмінна і положення інших областей при зчитуванні обчислюється щодо них. Кількість пунктирних прямих може змінюватися в залежності від розміру використовуваного символу.

Зеленим кольором позначені області для зберігання службової інформації, всього 40 біт: по одному десятібітовому блоку на кожній з чотирьох сторін.

Блакитним та синім кольорами позначені шари зберігання даних, що радіально розходяться від центру. Темна точка в цій області кодує логічну одиницю, світла - логічний нуль, дані в кожному шарі записуються по спіралі за годинниковою стрілкою, на ілюстрації тонкою лінією зліва зверху кожного шару показано його початок.

Завдяки навігаційним маркерами код не залежить від просторової орієнтації, і може бути зчитаний не тільки при будь-якому куті повороту, але і навіть при дзеркальному відображенні малюнка.

Розмір коду може варіюватися від квадрата 15x15 до квадрата 151x151. Найменший може містити в собі до 13 цифр або 12 букв англійського алфавіту, а найбільший - 3832 цифр або 3067 букв англійського алфавіту або 1914 байта даних.

При цьому не потрібно порожнього простору навколо малюнка коду.

Особливості

- Наявність особливої системи розмітки дозволяє зчитувати інформацію навіть з спотвореного зображення. Наприклад, повернутого або розтягнутого.
- У коді застосовується кодування, що дозволяє успішно зчитувати код при частковому пошкодженні його поверхні. Стандартний рівень надмірності при кодуванні 23%, при цьому його можна змінювати від 5% до 95%.
- Радіальне розташування шарів інформації дозволяє збільшувати обсяг інформації, що зберігається, просто розширюючи область кодування.

DataMatrix - двовимірний матричний штрих-код, який представляє собою чорно-білі елементи або елементи декількох різних ступенів яскравості, зазвичай у формі квадрата, розміщені в квадратної або прямокутної групі (рис. 14.2, в).

Матричний штрихкод призначений для кодування тексту або даних інших типів.

Найчастіше в промисловості і торгівлі застосовуються бітові матриці, що кодують від декількох байт до 2 кілобайт даних.

При бажанні можна роздрукувати на принтері матриці ємністю в сотні кілобайт і потім зчитувати їх з досить високою точністю за допомогою фотоапаратів, матриці яких містить мільйони пікселів. Прообразом штрих-кодів у вигляді матриць є перфокарти.



Рис. 14.3. Зчитування штрихкодів за допомогою фотоапаратів

14.3 Маркування вантажу

У логістичних процесах об'єктом управління є й окрема товарна одиниця і вантажний пакет, що включає в себе десятки, а то й тисячі окремих одиниць товару. При цьому окрема одиниця товару, переваги кодування та автоматизованої ідентифікації якої розглянуті вище, є основним предметом праці лише на завершальній стадії руху товару, тобто в магазині. На більш ранніх стадіях товар рухається здебільшого у формі вантажних пакетів. Відсутність одноманітності і узгодженості в учасників логістичних процесів в питаннях кодування, маркування та ідентифікації цих пакетів істотно уповільнює руху

матеріального потоку, ускладнює управління ним на всіх етапах просування від постачальника до споживача.

З одного боку, перераховані втрати, з іншого - високий рівень розвитку комп'ютерної техніки та інформаційної технології дозволили Міжнародній асоціації EAN розробити єдиний стандарт на маркування вантажних пакетів.

Запропонований асоціацією EAN стандарт передбачає маркування вантажного пакету спеціальною етикеткою.

Етикетка EAN для вантажного пакета може містити різну інформацію. Проте її основне призначення - нести на собі машиночитаний код, що дозволяє ідентифікувати дану вантажну одиницю.

Стандартна етикетка EAN та місце її розташування на вантажному пакеті (розміри вказані в міліметрах) показана на рис. 14.4.

Штриховий код розташовують у частині А. Формується код відповідно до символікою UCC/EAN-128. Цей тип коду дозволяє об'єднати в одному штриховому коді інформацію про товар (тобто код EAN-13 міститься у вантажному пакеті товару), інформацію про терміни зберігання, а також інформацію, що дозволяє однозначно ідентифікувати дану вантажну одиницю.

У зоні В етикетки розміщують дані про вантаж у формі цифр і букв, які можуть бути введені в комп'ютер вручну.

Інформація, що розташовується в зоні С, визначається на розсуд вантажовідправника. Тут, наприклад, можна розміщувати повну або скорочену назву фірми або інші дані у вигляді цифр, малюнка або тексту.

Розміри стандартної етикетки 148 мм x 210 мм.

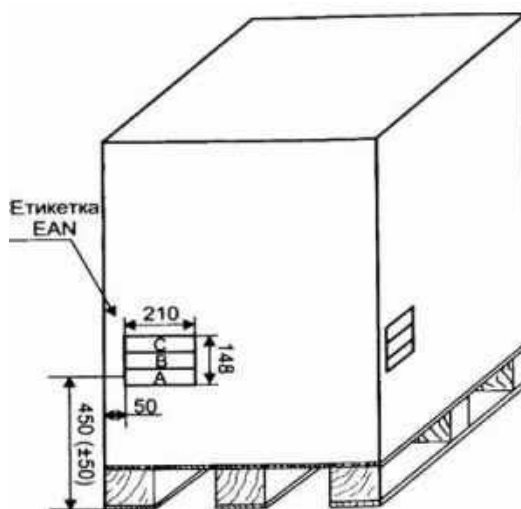


Рис. 14.4. Розташування стандартної етикетки EAN на вантажному пакеті

Для того, щоб в процесі вантажопереробки етикетка була постійно видно оператору, її наносять на всі чотири бічні сторони пакета. При цьому середина коду вантажного пакета (основна частина коду) повинна знаходитися на відстані 450 мм (± 50 мм) від несучої поверхні, на якій укладений вантажний пакет, наприклад, від поверхні полиці стелажу.

Використання коду UCC/EAN-128 забезпечує ефективне управління і контроль за логістичними процесами не тільки за рахунок ідентифікації вантажних пакетів, а й за рахунок можливості застосування систем електронного обміну даними (EDI) на основі стандарту EANCOM.

Переваги застосування етикетки EAN:

- забезпечується однозначна і проста ідентифікація піддону, багато в чому схожа з ідентифікацією споживчої упаковки кодом EAN-13, серійний код транспортної упаковки (UCC/EAN-128) є своєрідним ключем, що забезпечує доступ до інформації, яка зберігається в комп'ютері;
- етикетка, нанесена спочатку постачальником піддону, може використовуватися всіма без винятку учасниками ланцюга «виробник - споживач»;
- значно полегшується процес комунікації між партнерами;
- сканування штрихових кодів забезпечує швидкий і правильне введення інформації;
- неодноразово знижується час обробки вантажів на всіх етапах.

Системи зчитування штрихових кодів

Використовують стаціонарні і ручні системи зчитування кодів.

Стаціонарні системи зчитування кодів мають або високопродуктивні зчитувальні пристрої, або систему зчитування кодів на основі персональних комп'ютерів (ПК). Ці пристрої зчитують різні двовимірні (2D) коди, а також одномірні (1D) штрих-коди. Система на основі ПК - це швидка, потужна система зчитування різних двовимірних кодів (2D), одномірних (1D) штрих-кодів і OCR (розпізнавання текстів). Багато зчитувальних пристроїв, включаючи систему зчитування кодів на основі ПК, використовують контроль (верифікацію) матриць даних для управління процесами (рис. 14.5).



Рис. 14.5. Стаціонарні системи зчитування кодів

Ручні системи зчитування кодів є потужні зчитувальні пристрої з високою роздільною здатністю для двовимірних (2D) кодів матриць даних та / або одномірних (1D) штрих-кодів. Ці пристрої можуть обмінюватися даними з головним комп'ютером за допомогою RS232, USB, PS2 і Bluetooth в залежності від обраного варіанту (рис. 14.6).



Рис. 14.6. Ручні системи зчитування кодів

По пристрою елемента зчитування штрихових кодів (сканери штрихкоду) поділяються на світлодіодні, лазерні та імідж-сканери. У світлодіодних елементів зчитування здійснює ПЗЗ-матриця (спеціалізована аналогова інтегральна мікросхема, що складається з світлочутливих фотодіодів). Ці сканери найдешевші і дуже надійні, але мають невелику дальність зчитування, штрихкод треба підносити майже впритул.

Лазерні сканери штрихкоду зчитують з набагато більшої відстані і з більш високою швидкістю. Але механізм розгортання лазерного променя має рухомі деталі, а тому чутливий до падінь. Деякі виробники намагаються відшкодувати цей недолік протиударним корпусом.

Найбільш передовою моделлю зчитувачів штрих-коду є імідж-сканери. При зчитуванні штрих-коду такий сканер випромінює широку смугу освітлення штрих-коду, а не тонкий лазерний промінь. Швидкі, надійні, з хорошою дальністю зчитування не тільки лінійних або композитних, а й двомірних (2d) штрихкодів.

Однією з важливою характеристик сканера є його дозвіл, від нього залежать розміри зчитувальних штрих-кодів. Деякі моделі сканерів мають поліпшені можливостями для зчитування пошкоджених штрих-кодів.

Сканер може мати різні інтерфейси для підключення до комп'ютера, крім стандартизованих RS232, PS / 2, USB може використовуватися власний роз'єм і інтерфейс виробника.

Може також використовуватися бездротовий зв'язок на основі інфрачервоного каналу, радіоканалу і технології Bluetooth

14.4 Системи ідентифікації

Радіочастотна ідентифікація RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радіочастотна ідентифікація) - метод автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в так званих транспондерах, або RFID-мітки.

Радіочастотна ідентифікація (Radio Frequency Identification RFID) має високий рівень захисту даних, навіть при екстремальних умовах виробництва. Технології ідентифікації дозволяють значно скоротити час і зусилля, прикладені для ручної ідентифікації і техніки для збору інформації.

Основні критерії для вибору технологій ідентифікації:

- чи повернеться носій даних на виробництво (закрита петля) або покине виробництво в кінці виробничого ланцюжка (відкрита петля);
- одиночна або повторювана ідентифікація / маркування в перебігу процесу обробки, визначення відстані / області та умов освітлення / контрасту;
- щільність продукції, що маркується, а також місце для нанесення мітки;
- потенційне джерело проблем, таких як навколишня температура і бруд тощо.

У промисловості, складському господарстві, логістиці, дуже часто виникають завдання супроводу деякого об'єкту індивідуальної інформацією, яка може бути використана в виробничому процесі, обліку, транспортування або зберігання.

Ці завдання вирішуються за допомогою інтелектуальних RFID систем. Важлива інформація зберігається безпосередньо на об'єкті і супроводжує його на всьому шляху проходження. Уніфікована інтеграція гарантує простоту і рентабельність впровадження.

Системи RFID забезпечують супровід об'єкта необхідними даними з будь-якого етапу. Мобільні носії інформації кріпляться на об'єкт. Як об'єкт може виступати предмет технологічної обробки, поворотна або безповоротна тара, палети, контейнери і т.д. Інформація записується / зчитується автоматично безконтактним способом. До 64 KB даних можуть зберігатися на носії і зчитуватися індивідуально, а так само дані можуть бути доповнені в будь-який час і в будь-якому місці виробничої або логістичного

ланцюжка. Завдяки цьому потоки матеріалів і даних можуть бути оптимально синхронізовані.

RFID-система складається з пристрою, що зчитує (зчитувач, рідер) і транспондера (він же RFID-мітка, іноді також застосовується термін RFID-тег).

За дальності зчитування RFID-системи можна поділити на системи:
ближньої ідентифікації (зчитування проводиться на відстані до 20 см);
ідентифікації середньої дальності (від 20 см до 5 м);
дальньої ідентифікації (від 5 м до 100 м)

Більшість RFID-міток складається з двох частин.

Перша - інтегральна схема для зберігання і обробки інформації, модуляції і демодуляції радіочастотного сигналу та деяких інших функцій.

Друга - антена для прийому і передачі сигналу.

RFID-мітка зазвичай включає в себе приймач, передавач, антену і блок пам'яті для зберігання інформації. Отримуючи енергію від радіосигналу, що випускається стаціонарно закріпленим зчитувачем або ручним сканером, мітка відповідає власним сигналом, що містить корисну інформацію (рис. 14.7).

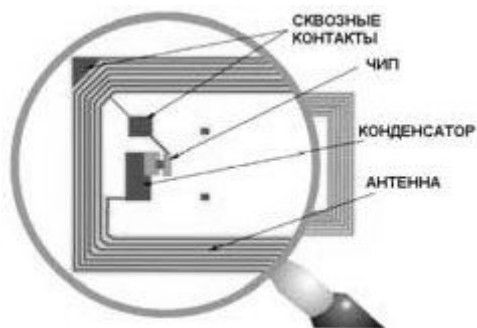


Рис. 14.7. RFID-мітка

Класифікація RFID-міток

Існує кілька способів систематизації RFID-міток і систем:

- за робочою частотою;
- за джерелом живлення;
- за типом пам'яті;
- по виконанню.

За типом джерела живлення RFID-мітки діляться на пасивні та активні.

Пасивні RFID-мітки не мають вбудованого джерела енергії. Електричний струм, індукований в антені електромагнітним сигналом від зчитувача, забезпечує достатню потужність для функціонування кремнієвого КМОП-чіпа, розміщеного в мітці, і передачі відповідного сигналу.

Активні RFID-мітки володіють власним джерелом живлення і не залежать від енергії зчитувача, внаслідок чого вони читаються на далекій відстані, мають великі розміри і можуть бути оснащені додатковою електронікою. Однак, такі мітки найбільш дорогі, а у батарей обмежений час роботи.

За типом використовуваної пам'яті RFID-мітки діляться на:

RO (Read Only) - дані записуються тільки один раз, відразу при виготовленні. Такі мітки придатні тільки для ідентифікації.

Ніяку нову інформацію в них записати не можна, і їх практично неможливо підробити.

WORM (Write Once Read Many) - крім унікального ідентифікатора такі мітки містять блок одноразово записуваної пам'яті, яку в подальшому можна багаторазово читати.

RW (Read and Write) - такі мітки містять ідентифікатор і блок пам'яті для читання / запису інформації. Дані в них можуть бути перезаписані багаторазово.

За робочою частотою

Мітки діапазону LF (125-134 кГц)

Системи 13МГц дешеві, не мають екологічних та ліцензійних проблем, добре стандартизовані, мають широку лінійку рішень. Застосовуються в платіжних системах, логістиці, ідентифікації особистості.

Мітки діапазону UHF (860-960 МГц)

Мітки даного діапазону мають найбільшу дальність реєстрації. Орієнтовані для потреб складської та виробничої логістики.

На рис. 14.8 наведений зовнішній вигляд RFID-міток.

Якщо мобільний носій інформації переміщається в поле дії пристрою читання / запису, то через блок енергопостачання генерується і контролюється необхідна потужність для всіх елементів схеми. Дані, закодовані у вигляді імпульсів, готуються таким чином, що вони в подальшому можуть оброблятися як чисті цифрові сигнали.

Обробку даних, включаючи контролюючі програми, бере на себе пристрій читання / запису, яке управляє також і пам'яттю користувача. Можливість повторного запису (необмежену кількість циклів читання, кількість циклів запису зазвичай 1 000 000).

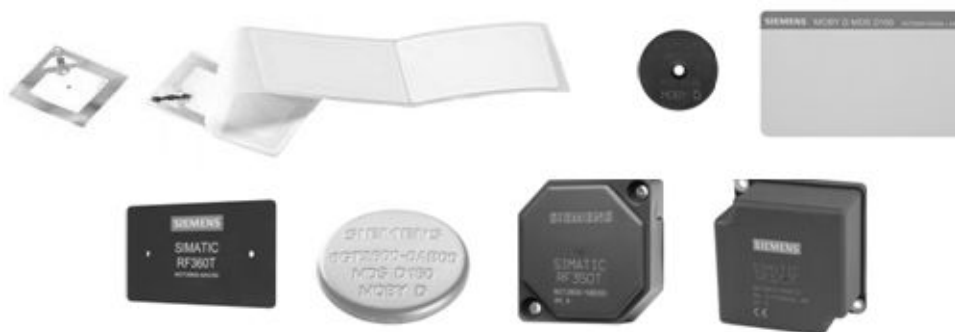


Рис. 14.8. Зовнішній вигляд RFID-міток

Пристрій запису-зчитування забезпечує індуктивний зв'язок і енергоживлення для мобільних накопичувачів даних і послідовне приєднання (RS232, USB, RS422 або RS485 на вимогу) до самих різних систем (ПК, ПЛК).

Відповідно до вимог конкретних клієнтів є в розпорядженні різні пристрої зчитування даних - для малих, середніх і великих відстаней до мобільних накопичувачів даних.

Міцний корпус пристрою і антени і високий ступінь захисту дозволяють використовувати їх в несприятливих умовах навколишнього середовища і забезпечують високу стійкість по відношенню до багатьох хімічних речовин. Завдяки підтримці інтелектуальних ярликів (SmartLabels) на основі стандарту ISO / IEC 15963, можливості роботи з декількома мобільними накопичувачами даних, включаючи функцію пароля, і т.д. відкриваються нові галузі застосування.

На рис. 14.9 наведений зовнішній вигляд пристроїв запису-зчитування



Рис. 14.9. Зовнішній вигляд пристроїв запису-зчитування

Контрольні запитання

1. Які засоби використовують для ідентифікації товарів?
2. Для чого використовують штрихові коди?
3. З чого складається код EAN?
4. Чим відрізняються багаторівневі і матричні двовірні коди?
5. З чого складається двовірний матричний штрих-код Aztec Code?
6. З чого складається двовірний матричний штрих-код DataMatrix?
7. Як здійснюється маркування вантажу за допомогою штрих-коду?
8. З чого складається стандартна етикетка EAN?
9. Які системи використовують для зчитування кодів?
10. У чому полягає радіочастотна ідентифікація?

15 Технології комісіонування

15.1 Завдання і класифікація комісіонування

Комісіонування або **підбір товару** на замовлення покупця. Під комісіонуванням слід розуміти операції поділу однорідних одиниць вантажу (збережених на складі) на менші і складання з них збірних неоднорідних одиниць вантажу відповідно до замовлень клієнтів. Цей процес являє собою елемент всієї складської системи і входить до складу підсистеми розподілу.

Ці операції найчастіше визначаються словами «комплектація», «підбір» і т. п. Але ці операції складають лише частину всього процесу. Відповідно до визначення системи комісіонування служать для підготовки, відбору і комплектації матеріалів відповідно до замовлень клієнтів. Замовлення на комісіонування може охоплювати як зовнішнє замовлення, так і комплексне внутрішнє замовлення, що складається з декількох зовнішніх замовлень. Замовлення складається з рядка, а кожен рядок містить відомості, що стосуються виду необхідного матеріалу, місця його підготовки до відправки та кількості необхідного матеріалу (позиції комісіонування). Одна позиція включає загальну кількість певного матеріалу (наприклад, штук, піддонів, пакетів тощо).

Хід процесу комісіонування охоплює всі функції, необхідні для виконання даного замовлення. Виконання замовлення починається з його прийому і закінчується передачею матеріалу на відправку і транспортування.

У всіх схемах комісіонування можна виділити наступні основні операції:

- підготовку матеріалів;
- відбір матеріалів;
- переміщення в зоні комплектування;
- видачу відібраного матеріалу.

Підготовка матеріалів.

Статична підготовка матеріалів у місці складування (людина до товару), наприклад, у висотному стелажному складі. Запаси складуються в безпосередній близькості від місця відбору або (при великих кількостях) в запасному складі.

Динамічна підготовка матеріалів у спеціальному місці (товар до людини), призначеному для комплектування, куди доставляється матеріал тільки з метою відбору необхідної його частини. Інша частина матеріалу повертається на місце складування.

Обидві приватні функції, тобто складування і підготовка до відправки, в разі статичної підготовки (коли спеціаліст приходить до місця складування) об'єднані між собою з просторової точки зору. При динамічній підготовці, яка може відбуватися перед стелажем, складування і підготовка до відправки просторово відокремлені один від одного.

Відбір матеріалів.

Ручний відбір проводиться працівником складу з допомогою різних допоміжних пристроїв.

Механічний відбір проводиться за допомогою комплектуючого автомата.

Відбір являє собою звичайний для багатьох систем комісіонування процес, що полягає у виділенні необхідної кількості даного артикула з усього запасу, що знаходиться на складі. Відбір завжди необхідний у тих випадках, коли обиране кількість відрізняється від підготовленого кількості. В даний час механізація процесу виділення залежить головним чином від форми вантажів та потрібної продуктивності.

У разі неоднорідних артикулів (тобто розрізняються за асортиментом, масі, габаритам і т.п.) витрати робочої сили, які пов'язані з процесом виділення особливо великі.

При відборі однорідних виробів постійних розмірів з використанням допоміжних вантажопідйомних пристроїв витрати робочої сили, зайнятої на виділення виробів,

порівняно невеликі, а сама механізація може бути впроваджена без особливих труднощів. У самому простому випадку, коли вантажний потік в складі складається тільки з однорідних одиниць вантажу, ручна праця з процесів відбору, виключається.

Переміщення в зоні комісіонування (комплектації).

Одномірне переміщення - працівник рухається між місцем прийому замовлень і місцем приймання пішки або на якому-небудь транспортному засобі, що може переміщатися тільки в одному напрямку (горизонтальному або вертикальному).

Двомірне переміщення - працівник перебуває на доставочному пристрої, який може одночасно переміщатися і піднімати вантаж, наприклад, на стелажному крані-штабелері. Слід розрізняти процеси одновимірної і двовимірної переміщення, що стає особливо важливим для розрахунку часу, необхідного для проходження шляху

Видача відібраного матеріалу.

Централізована видача - відібраний матеріал передається в центральний пункт - базу або безпосередньо до місця комплектації відправлення, передбаченого замовленням.

Децентралізована видача - матеріал з місця зберігання знімається і подається на конвеєр.

Комісіонування відноситься до трудомістких і витратних процесів. В даний час розроблено цілий ряд різних технологій комісіонування, що дозволяють істотно скоротити часові та трудові витрати на процес підбору замовлень:

- підбір по світловому сигналу (Pick-by-Light)
- підбір по голосовому сигналу (Pick-by-Voice)
- підбір за допомогою автовантажувачів з лазерним управлінням (LaserTrucks)
- інші технології комісіонування, наприклад, радіокероване комісіонування, паралельний або кластерний підбір.

15.2 Підбір за світловим сигналами

Підбір по світловому сигналу (Pick-by-Light)

Системи Pick-by-Light оптимізують роботу підбирачів допомогою світлових сигналів на відповідних складських осередках. Рішення Pick-by-Light використовуються там, де потрібна висока швидкість комісіонування при низькому відсотку помилок.

Під управлінням оптичних сигналів

На встановлених безпосередньо в місцях зберігання товару дисплеях спалахують вогники, щоб підбирачі було видно, з якого місця забрати товар, а на дисплеї відображається кількість одиниць, які потрібно взяти (рис. 15.1).



Рис. 15.1. Підбір по світловому сигналу

Підбирач підтверджує натисканням кнопки вироблений підбір і сигнал гасне. При цьому в режимі реального часу відбувається обмін необхідною інформацією з вищестоящою системою управління товаропотоком або системою управління складом.

Світлові системи можуть бути реалізовані у вигляді

- Pick-by-Light або

– Put-to-Light

Застосування Pick-by-Light (Світлові дисплеї направляють підбирача до певних місць зберігання товару)

У традиційних системах Pick-to-Light підбирач починає свій процес на початку зони зі сканування нанесеного на відпускну тару штрих-коду з адресними даними клієнта.

Потім світлові сигнали направляють підбирача до потрібного складського осередку. Безпосередньо на складських осередках, звідки необхідно забрати товар, спалахують вогники, а дисплей відображає кількість одиниць підбору. Після кожної операції підбирач робить підтвердження натисненням кнопки - індикація гасне.

Світлові дисплеї Pick-to-Light готові до експлуатації без додаткових трудовитрат на проводку, штекери і кабельні канали. У разі зміни асортименту, розташування місць чи розмірів осередків, окремі дисплеї легко демонтуються, переставляються і доповнюються.

Переваги Pick-by-Light:

- дуже низький відсоток помилок при комісіонування;
- середнє зростання продуктивності на 50%;
- інформація станом замовлення і продуктивності в режимі реального часу.

Застосування Put-to-Light (Світлові сигнали керують підбирачем при розподілі товару згідно замовлення)

У традиційній системі Put-to-Light світлові дисплеї інструктують підбирачів, як їм розподілити різні одиниці складського обліку в відпускну тару. Оператор сканує товар, після цього світлові дисплеї направляють його до відповідної складської комірці і відображають кількість одиниць, які потрібно покласти в відпускну тару. Після підтвердження підбирачем система передає дані на головний комп'ютер, завдяки чому можна в будь-який момент запросити актуальний статус.

Система Put-to-Light може, приміром, використовуватися в конфекційній промисловості (галузь промисловості, що займається масовим виробництвом готового одягу, білизни та ін.), торгівлі продуктами харчування, спортивними товарами, засобами догляду.

Переваги Put-to-Light:

- висока продуктивність;
- висока точність;
- економічна вигода.

15.3 Підбір по голосовому сигналу

Підбір по голосовому сигналу (Pick-by-Voice)

Система Pick-by-Voice забезпечує комунікацію за допомогою мовних вказівок через навушники і мікрофон (рис. 15.2).

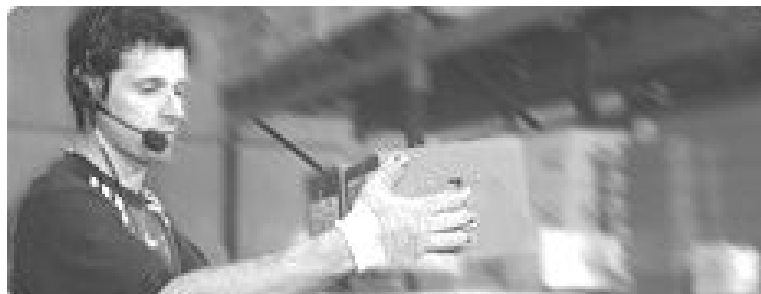


Рис. 15.2. Підбір по голосовому сигналу

Pick-by-Voice забезпечує ергономічний і ефективний процес комісіонування завдяки тому, що руки підбирача постійно вільні для взяття товару. Йому не потрібно

возитися з накладними і терміналами для передачі даних, він цілком може зосередитися на основному завданню - підборі товару.

Відпадає необхідність у трудомісткому процесі введення даних вручну і скануванні місць зберігання товару. Вся необхідна інформація передається і приймається за допомогою голосових повідомлень. Більше не виникає пауз при підборі товару в результаті постійного обігу підбирача до приладу введення даних. Робочі процеси стають легше - продуктивність зростає.

Оператор, який користується голосовою системою, носить на тілі два прилади: головний телефон і легкий комп'ютер з бездротовим зв'язком та автономним джерелом живлення, а також програмним забезпеченням, здатний подавати оператору мовні команди і розпізнавати його відповіді, закріплений на спеціальному поясі (рис. 15.3).



Рис. 15.3. Апаратура голосової системи оператора

Апаратура оператора пов'язана з допомогою радіозв'язку з головним комп'ютером, як правило, системою управління складом (WMS) або системою планування ресурсів підприємства (ERP). Система управління складом посилає вказівки в голосовий комп'ютер у формі радіосигналів замість друкованих замовлення-нарядів. Наприклад, дані про кількість та місцезнаходження товарів, які слід відібрати, перетворюються з цифрової форми в голосове повідомлення, яке добре розуміє оператор. Така технологія дозволяє успішно обійтися без друкованих замовлення-нарядів, радіо- і інфрачервоних скануючих систем.

Протягом робочого дня WMS створює файли із завданнями на роботу. Вони пересилаються операторам у вигляді конкретних вказівок (наприклад, розкласти по місцях, підібрати або поповнити запас товарів) в комп'ютер оператора і перетворюються в ряд голосових команд. Оператор чує команди на виконання кожної операції та по її завершенні доповідає про це по головному телефону.

Мова оператора розпізнається голосовим комп'ютером, який передає оператору наступну команду. У ході цього процесу команди доводяться до відома оператора, а він підтверджує їх виконання.

Основні вимоги до системи:

- необхідно, щоб всі компоненти голосової системи були призначені і розроблені для спільної роботи у складі системи як єдиний продукт;
- технологію TTS (Text-to-Speech, «Текст в мову») рекомендується використовувати для перетворення даних, що надходять від системи WMS, в голосові команди, які будуть зрозумілі операторам та іншим працівникам складу;
- в голосовому комп'ютері рекомендується використовувати технологію розпізнавання голосу конкретної особи;

- переважно використовувати голосові системи зі словником малого обсягу, лексикону приблизно з 100 повних слів достатньо для того, щоб система могла працювати в складському комплексі;
- реєстрація зразка голосу конкретного оператора в системі зі словником малого обсягу зазвичай займає 20 хвилин і виконується всього один раз для кожного оператора;
- голосова система для великих складів повинна бути розрахована на використання протягом повного робочого дня, а не на короткочасну або часткову експлуатацію;
- при виборі голосових систем слід враховувати надійність окремих компонентів і всього апаратного забезпечення.

Зазвичай застосовується два методи перетворення текстових команд в мову, яку чує оператор: «Текст в мову» (Text-to-Speech, TTS) та «Цифровий запис мови» (Digitized Speech).

«Текст в мову» - найбільш широко використовувана сучасна технологія відтворення мовних команд в голосових системах. Як випливає з її назви, програмне забезпечення системи TTS перетворює текстові команди, що надходять від WMS, в синтезовані голосові команди, що генеруються комп'ютером, які містять вказівки оператору, в тому числі головні: де саме слід комплектувати наступне замовлення і кількість підбираються продуктів. Голосова команда, що генерується комп'ютером, звучить як всім знайомий голос з телефону, що повідомляє про неправильно набраний номер, або голос автомобільної навігаційної системи, так що оператори звикають до голосу за лічені хвилини. Більшість операторів, які щоденно працюють з цією системою, вважають за краще отримувати інформацію дуже швидко, тому голосова система повинна мати простий і зрозумілий регулятор темпу мови. Коли оператор стає більш досвідченим або якщо того вимагає характер виконуваної роботи, він може самостійно збільшувати темп надходження команд. Завдяки такій гнучкості системи збільшується продуктивність праці, причому точність виконання завдань при цьому не страждає.

«Цифровий запис мови» - ця технологія відома як система «Записи та відтворення» (Record and Playback), оскільки відтворює попередньо записану мову реальної людини. Запис зберігається в вигляді цифрових файлів, фрази відтворюються в міру необхідності. В цьому випадку голос звучить набагато «людянішими», але можливості системи серйозно обмежуються тим, що комп'ютер здатний відтворювати виключно ті фрази, що були заздалегідь записані. Наприклад, якщо оператор рухається до місця розташування товару і просить детальніше описати вантаж, комп'ютер зможе видати інформацію лише в тому випадку, якщо докладний опис товару було попередньо записано в голосовій системі. З огляду на динамічний характер роботи абсолютної більшості складських комплексів з їх постійною зміною номенклатури товарів, «лексикон» систем з «цифровим записом мови» дуже важко підтримувати в адекватному стані. Крім того, щоб дати можливість операторам збільшувати темп аудіокоманд (а значить, і продуктивність), в деяких системах «Записи та відтворення» потрібно створювати і зберігати безліч версій цифрових аудіофайлів різної «швидкості». Таким чином, подібний метод збільшує вартість створення, експлуатації та управління пристроєм відтворення команд голосової системи.

Розпізнавання мовлення

Крім інформування оператора голосова система повинна бути здатна розпізнавати його відповіді.

В даний час на ринку пропонуються системи розпізнавання мовлення двох типів, що перетворюють людську мову в інформацію, зрозумілу комп'ютеру: системи розпізнавання конкретного мовця і системи, що розпізнають будь-якого мовця.

Системи розпізнавання конкретного мовця зазвичай удвічі точніше систем, які розпізнають будь-якого мовця. Тому перші більш кращі для застосування в промислових цілях. Голосові системи, що розпізнають конкретного мовця, слід навчати голосу кожного оператора. Оператори надягають головні телефони і за вказівкою голосової системи вимовляють ряд цифр, слів і команд. Подібним чином голосова система навчається розуміти голос конкретної людини, характеристики якого реєструються і запам'ятовуються.

Перед початком робочої зміни оператор підключає головний телефон до голосового комп'ютера на поясі і ідентифікується в комп'ютері. Якщо зразок голосу оператора ще не записаний в «пам'яті» поясного комп'ютера, він завантажується швидше ніж за хвилину з головного комп'ютера.

Системи розпізнавання будь-якого мовця, наприклад такі, які використовуються в керованих голосом довідкових системах, здатні «розуміти» будь-який голос і не потребують «навчання» промови кожного оператора. Проте з досвіду спілкування з телефонною довідковою службою відомо, що така система набагато частіше «помиляється».

Технологія розпізнавання будь-якого мовця в даний час широко застосовується, але не рекомендується для експлуатації в складському комплексі, що працює динамічно. Основним недоліком її є те, що на перший погляд здається перевагою: вона розпізнає мову будь-якого оператора на підставі якогось загального віртуального зразка, а тому не здатна розрізнити в мові операторів тонких відтінків різних акцентів і інших особливостей мови. Такі системи будуть просити оператора повторювати слова, що знижує продуктивність і заважає роботі, особливо коли це відбувається постійно протягом 8 ... 10 годин в день.

Системи зі словниками великого і малого об'єму. Оцінюючи трудомісткість навчання голосової системи розпізнавати мову кожного оператора, слід відповісти на питання: скільком словами потрібно навчити голосову систему, щоб вона могла нормально працювати? Існує два підходи до вирішення цього важливого завдання: використання в системі словника великого чи малого обсягу.

Як видно з назви, **системи зі словником малого обсягу** навчаються розпізнавати дуже обмежене число слів, оскільки в складських роботах одні й ті ж операції найчастіше повторюються (підбір замовлення, поповнення складських запасів, розстановка товарів по місцях). Лексикону приблизно з 100 слів зазвичай буває достатньо. У цій сотні основна група, приблизно 20 слів, використовується найбільш часто. З них і складаються всі команди на виконання робіт, яких достатньо для щоденної діяльності більшості складських комплексів. До того ж «привілейовані» користувачі, наділені правом змінювати налаштування системи, можуть вносити власні корективи: додавати в словник нові слова, необхідні для роботи, і видаляти непотрібні.

Системи зі словником великого обсягу зазвичай «знають» більше тисячі слів. Такий системі складніше відрізнити одне вимовлене слово від іншого, і тому її точність менше. Наприклад, коли оператор вимовляє «туди», система може «почути» слово «сюди». Коли лексикон системи складається всього лише з 100 слів, їй простіше розпізнати знайоме слово і не помилитися. Така система працює точніше і набагато швидше обробляє інформацію.

Дуже велике значення для роботи має швидкість спілкування з оператором, особливо якщо через запізнювання знижується продуктивність. Під час складських робіт втрата навіть декількох дорогоцінних секунд на кожній з тисяч команд, одержуваних оператором протягом робочого дня, обертається чималими збитками. Крім того, система зі словником малого обсягу потребує невеликий пам'яті.

15.4 Підбір за допомогою автонавантажувачів з лазерним управлінням

Система LaserTrucks+ поєднує в собі радіокероване комісіонування з транспортними засобами без водіїв.

Рішення LaserTrucks+, керовані операторами-підбирачами за допомогою голосу, являють собою комбінацію з системи підбору по мовному сигналу або радіокерованого комісіонування і систем транспортування без водіїв.

У проході для комісіонування підбирач та автонавантажувач без водія переміщуються синхронно з одного місця підбору товару до іншого.

Після прийому і обробки одного замовлення, підбирач підтверджує його виконання голосових команд і отримує завдання на підбір наступного замовлення. Таким чином, скорочуються маршрути переміщення працівника, і майже в два рази підвищується продуктивність

Радіокеровані термінали і автонавантажувачі, керовані лазером, підпорядковуються програмного забезпечення, що є складовою частиною системи управління складом (WMS).

Технологія LaserTrucks+ може бути впроваджена як в нових, так і в існуючих системах для отримання оптимальної продуктивності при ручних процесах комісіонування.

Область застосування

Прийом товару / завантаження на склад

Поставляти палети можна за допомогою автонавантажувачів LaserTrucks+, які переміщуються до місць подачі палет і станцій комісіонування, заданих системою WMS.

Транспортування

У випадках, коли комисионирование здійснюється вручну, автонавантажувачі LaserTrucks+ можуть використовуватися для транспортування зібраних палет до обмотувальника і далі в зону відвантаження.

Поповнення запасів

Коли система WMS посилає в реальному часі завдання на поповнення запасів на станцію комісіонування, автонавантажувач LaserTrucks+ отримує відповідну команду і направляється на склад, звідки він забирає палету, підводить її для контролю до сканера, а потім подає на станцію комісіонування. Після підбору палета повертається на склад або передається на ручне розформування (для більш зручного підбору товару, що залишився на ній).

15.5 Інші технології комісіонування

Підбір з візком

Комісіонування з візком підвищує продуктивність підбирачів, коли мова йде про велику кількість маленьких позицій.

Візки для комісіонування представляють собою одне з найбільш простих рішень для підбору товару, і в багатьох ситуаціях їх використання як і раніше є доцільним. Проста технологія також дозволяє підвищити ефективність і точність підбору замовлень (рис. 15.4).



Рис. 15.4. Підбір з візком

Підбір «товар до людини» за допомогою високопродуктивної станції підбору RapidPick дозволяють домогтися продуктивності до 1400 підбирань на годину.



Рис. 15.5. Підбір «товар до людини»

Паралельний / кластерний підбір

При даному виді підборі (Cluster Picking) кілька замовлень обробляється паралельно, а не послідовно.

Завдяки цьому скорочуються маршрути переміщення підбирача в зоні комісіонування. Особливо ефективна ця технологія при підборі невеликих позицій.

Радіочастотні термінали і підбір по голосовому сигналу

Радіочастотні термінали або система підбору по голосовому сигналу прекрасно поєднуються з візками для комісіонування; при їх допомозі істотно підвищується точність підбору, так як виконуються операції, які можна безпосередньо контролювати через підключений термінал передачі даних.

Контрольні запитання

1. Що здійснює комісіонування?
2. Які основні операції можна виділити у всіх схемах комісіонування?
3. Як здійснюється підбір по світловому сигналу?
4. Як здійснюється підбір по голосовому сигналу?
5. Які методи використовують для перетворення текстових команд в мову, яку чує оператор?
6. Як здійснюється розпізнавання мовлення?
7. Чим відрізняються системи розпізнавання мови зі словниками великого і малого об'єму?
8. Як здійснюється підбір за допомогою автонавантажувачів з лазерним управлінням?
9. Як здійснюється підбір з візком?
10. Як здійснюється підбір паралельний / кластерний підбір?

16 Автоматизовані склади

16.1 Призначення, функції та структура автоматизованих складів

Автоматизовані склади - сучасне складське рішення для зберігання широкої номенклатури товарів, контролю продукції, її ідентифікації та транспортування. Швидкість переміщення продукції в системі, високий ступінь автоматизації, зручне розміщення і швидкий пошук товару є основними перевагами автоматизованого складу.

Автоматичні системи складування мають безліч модифікацій, завдяки чому автоматизований склад може розміститися в будь-якому приміщенні, як у вже готовому приміщенні, так і незапланованому під склад. Автоматизовані висотні склади широко застосовуються в різних галузях промисловості, в оптовій і роздрібній торгівлі, на митних терміналах.

Автоматизований склад найчастіше представляє собою сукупність стелажних конструкцій (висотні стелажі) і автоматичного крана-штабелера (транспортера), що виконує операції із завантаження та розвантаження зберігається продукції без участі людини, що дозволяє усунути помилки в роботі, до яких зазвичай призводить людський фактор.

Дана автоматизована система складування дозволяє максимально використовувати простір складського приміщення.

Автоматизований склад вимагає мінімальної кількості часу на установку, що дозволяє скоротити період окупності всього проекту. Попередньо збираються самонесучі стелажі на землі, потім проводиться їх подальший монтаж на бетонному фундаменті, а одночасно з цим відбувається внутрішнє оснащення висотного складу.

Автоматизовані склади - повністю автоматизоване (складування, видача та облік) управління фізичним і документальним потоком продукції підприємства з прив'язкою до бухгалтерської системи обліку.

Технічні можливості складу дозволяють:

- автоматизувати завантаження і вивантаження продукції, у тому числі: зважувати, ідентифікувати, за допомогою транспортерів і роботів-завантажувачів укладати або діставати з комірок складу продукцію і в реальному часі проводити зміни в базі даних складу;
- автоматизувати видачу готової продукції з контролем за найменуванням, вагою, датою і т.д. з видачею супровідної документації по заданим формам;
- здійснити збір статистичної інформації для служб збуту, контролю, логістики тощо.

Типова структура складу:

- пункт (и) прийому продукції на склад (вагова платформа, ідентифікатор продукції і тари за допомогою сканера), термінал (комп'ютер);
- конвеєр транспортування продукції в приміщення складу;
- робот-укладальник продукції в осередки складу;
- гравітаційний склад або осередковий склад;
- робот видачі продукції та завантаження пік-складу (формування дрібних замовлень);
- пік-склад з робочими місцями укладальників (ваги, сканер, термінал);
- пункт контролю відвантажується, вихідні лінії відвантаження;
- лінія мийки порожньої тари з контролем ваги і штрих-коду скриньок;
- система укладання ящиків в стопки;
- склад накопичення порожньої тари;
- конвеєра подачі порожньої тари до робочих місць;
- диспетчерський пульт управління, контроль складу системою відеоспостереження;

– централізована система підтримки температури в приміщеннях складу.

Система управління складом забезпечує надійну і високопродуктивну роботу всіх механізмів, а також дозволяє отримувати в реальному часі всі необхідні документи про стан і рух матеріальних ресурсів.

Система управління дозволяє автоматизувати операції переміщення, гарантуючи візуалізацію в реальному часі і керування даними, що відносяться до кожного виду продукції на складі, оптимізуючи маршрут, час очікування і логіку пересування.

Автоматизований склад найчастіше представляє собою стелажну конструкцію з обладнанням, необхідним для автоматизації процесів завантаження і вивантаження. Між рядами стелажів переміщається автоматичний транспортер (кран-штабелер), який виконує завантаження і вивантаження складованих товарів без допомоги людини. Дана система працює за принципом «Товар до людини». Повна автоматизація процесів на складі дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з людським фактором.

Автоматизований склад дозволяє вести контроль і інвентаризацію всього товару, що знаходиться на складі в режимі реального часу. Також використання такого типу складу дозволяє максимально ефективно використовувати площі за рахунок оптимізації простору і можливості установки стелажної системи висотою до 40 м.

За рахунок використання автоматизованої системи управління на таких складах, при формуванні замовлення на відвантаження, час пошуку товару мінімізовано.

Для управління роботою автоматизованого складу використовується спеціальне програмне забезпечення, окремо розробляється для роботи на складах з різними рівнями автоматизації. Цей комплекс програмного забезпечення прийнято назвати Системою управління складом (Warehouse management system, скор. WMS). Система WMS розробляється індивідуально для кожного автоматизованого складу, враховує всі особливості руху палет на даному складі, управляє складськими процесами з підтримкою спеціалізованого складського обладнання і є унікальною для конкретного складу.

WMS, що використовується для управління автоматизованим складом, впроваджується в управління обладнання і може бути інтегрована з корпоративною інформаційною системою всього підприємства. Крім забезпечення високопродуктивної роботи складу, система управління складом обробляє інформацію про стан та рух товарно-матеріальних цінностей.

Використання WMS-систем і програм управління дозволяє координувати всі операції на автоматизованому складі та керувати роботою кранів-штабелерів.

На автоматизованих складах для завантаження і вивантаження товарів зі стелажів використовуються опорні штабелери. Вони переміщаються вздовж стелажів строго по напрямних. Для цього зверху встановлений направляючий профіль, закріплений на стелажі, а знизу - рейка, вбудований в підлогу.

Штабелер складається з вертикальної колони, візки і телескопічного захоплення. Телескопічний захоплення може висуватися у дві протилежні сторони від колони і встановлювати вантажі в осередку сусідніх стелажів (рис. 16.1).

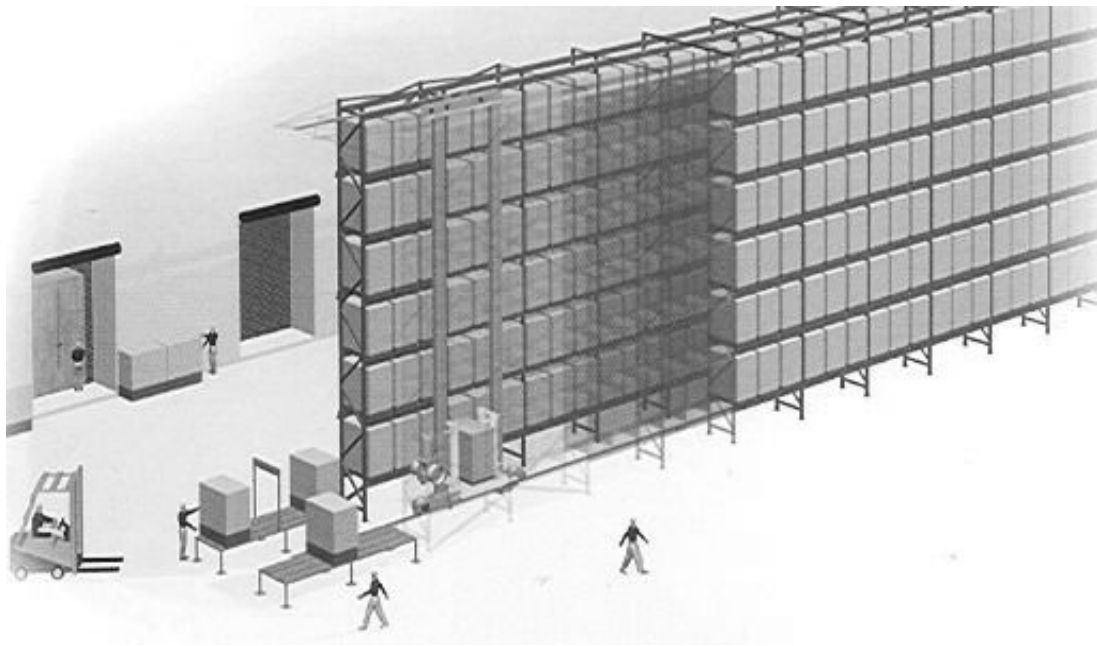


Рис. 16.1. Автоматизований склад з опорним штабелером

Автоматизовані склади являють собою дві самостійні частини: автоматизовані складські (АСС) і транспортні (АТС) підсистеми.

АСС призначена для прийому і зберігання нормативного запасу, видачі у виробництво та обліку вихідного та основних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готових виробів, пристроїв та інструменту, тари, тимчасового зберігання відходів і бракованих деталей з метою забезпечення ритмічного формування замовлень або ритмічного виробничого процесу в ГПС.

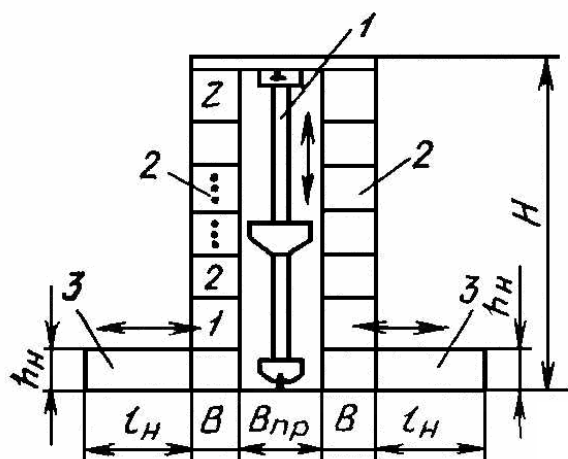
До складу АСС входять наступні складові елементи: стелажні конструкції, автоматичні штабелювальні машини, транспортно-складська тара, пристрої для перевантаження тари зі штабелювальні машини на накопичувач, пристрої для передачі тари з накопичувача на транспортну систему; технічні засоби управління складами.

АСС характеризуються різними ознаками: типом конструкції стелажів і штабелювальні машин; об'ємом і розмірами складу; виконуваними функціями; типами і параметрами складської тари; розташуванням ділянок прийому і видачі вантажів по відношенню до зони зберігання, рівнем і технічними засобами автоматизації та інші.

Конструктивно АСС поділяються на ряд видів:

- з клітинними стелажми та автоматичним стелажним краном-штабелером;
- з клітинними стелажми та автоматичним мостовим краном-штабелером;
- з гравітаційними стелажми та автоматичними стелажними кранами-штабелерами (каретками-операторами);
- з автоматичними елеваторними стелажми;
- з шаттловими стелажми (спутникові технології) і т.д.

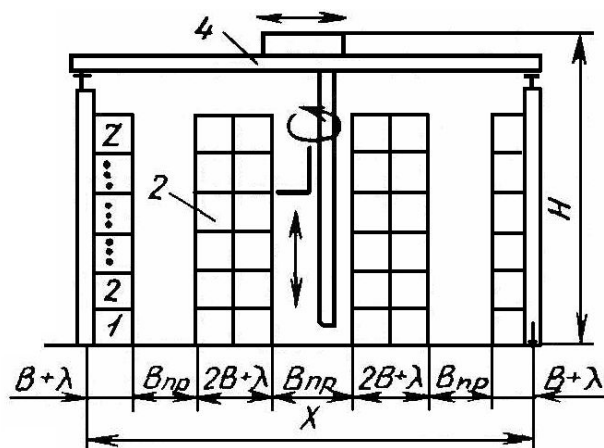
На рис. 16.2 наведена схема стелажних складів з автоматичними стелажними кранами-штабелерами (тип 1). Ця схема отримала найбільш широке поширення, тому що вона мають високу продуктивність і займають мало місця. Недолік таких складів полягає в тому, що вантажопідйомність однієї секції невелика і для досягнення достатньої місткості потрібно споруда довгих стелажів, що не завжди прийнятно.



1 - кран-штабелер; 2 - стелажі, 3 - накопичувачі, 4 - мостовий кран-штабелер;
 X, H і L - відповідно ширина, висота і довжина складу; B - ширина стелажа; Bпр - ширина проходу для крана-штабелера; ln - довжина накопичувача; hn - висота накопичувача; λ - зазор між вантажем і стелажем

Рис. 16.2. Схема з автоматичним стелажним краном-штабелером

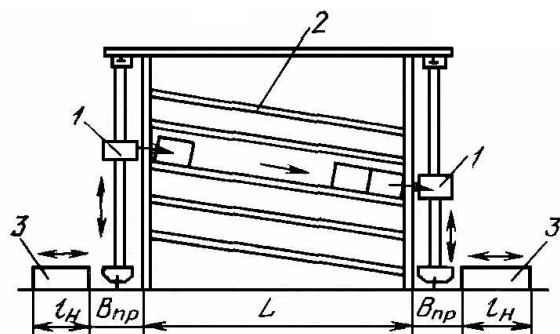
На рис. 16.3 наведена схема стелажних складів з автоматичними мостовими кранами-штабелерами (тип 2).



2 - стелажі, 4 - мостовий кран-штабелер; X, H і L - відповідно ширина, висота і довжина складу; B - ширина стелажа; Bпр - ширина проходу для крана-штабелера; ln - довжина накопичувача; hn - висота накопичувача; λ - зазор між вантажем і стелажем

Рис. 16.3. Схема стелажного складу з автоматичними мостовими кранами-штабелерами

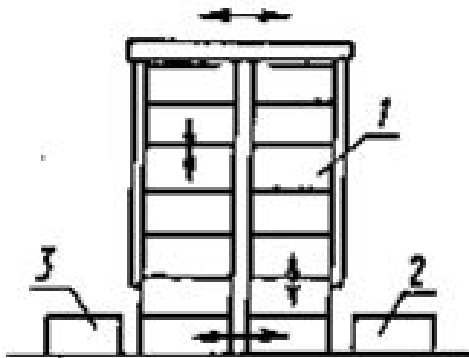
Автоматичні склади з гравітаційними стелажми (тип 3) використовуються в тих випадках, коли при незначній номенклатурі вантажів потрібні порівняно великі їхні запаси. (рис. 16.4).



1 - кран-штабелер; 2 - стелажі, 3 - накопичувачі; X, H і L - соответственно ширина, висота і довжина складу; B - ширина стелажа; Bпр - ширина проходу для крана-штабелера; ln - довжина накопичувача; hn - висота накопичувача

Рис. 16.4. Схема з гравітаційними стелажми

Склади з механізованими і автоматизованими елеваторними стелажми (тип 4) доцільно застосовувати при малих вантажопотоках невеликих термінах і запасів зберігання вантажів та малих розмірах самих деталей та виробів (рис. 16.5).



1 - елеваторні стелажі;
2,3 - перевантажувальні пристрої

Рис. 16.5. Схема з елеваторними стелажми

Стелажі для супутникових технологій-тип стелажів призначених для складського зберігання, в якому переміщення вантажу в каналі конструкції здійснюється за допомогою супутника (шатла) (рис. 16.6).

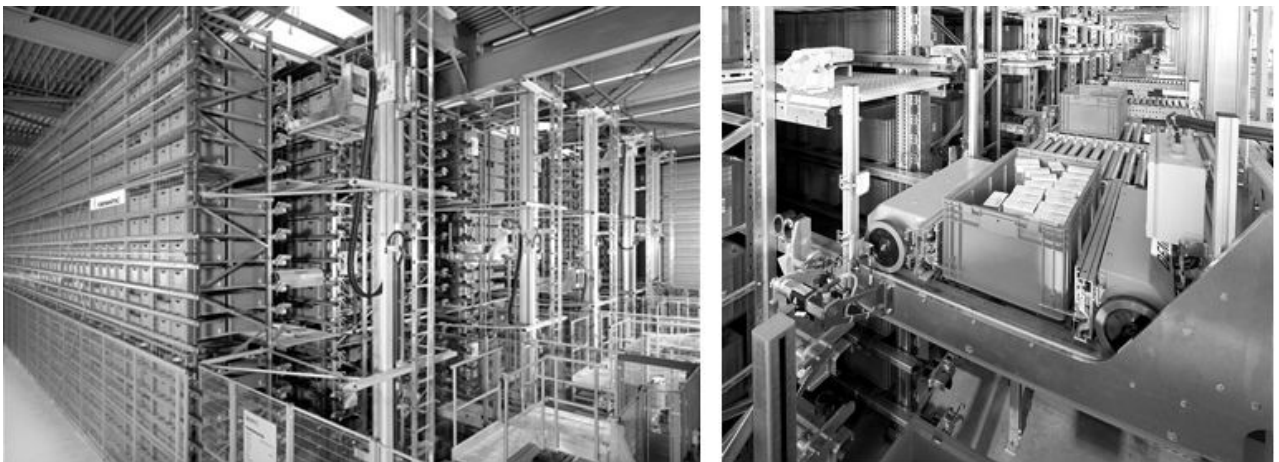


Рис. 16.6. Стелажі для супутникових технологій

16.2 Основні елементи автоматизованих складів

Автоматизовані склади включають наступні елементи:

- складські системи;
- транспортні засоби.

До складу автоматизованих складських систем входять такі складові елементи:

- стелажні конструкції,
- автоматичні штабелювальні машини,
- транспортно-складська тара,
- пристрої для перевантаження тари зі штабелювальної машини на накопичувач,
- пристрої для передачі тари з накопичувача на транспортну систему,
- технічні засоби управління складами.

Транспортні засоби забезпечують переміщення вантажу в автоматичному або автоматизованому режимі.

В якості транспортних засобів найчастіше використовуються конвеєри або напольні безрейкові автоматичні візки (електроробокари).

В автоматизованих складах для обслуговування стелажів використовуються автоматичні штабелювальні машини - роботи-штабелери.

Роботи-штабелери - є стелажні крани-штабелери з програмним управлінням, які мають такі програмно керовані пересування:

- горизонтальне по рейкових напрямних;
- вертикальне каретки;
- горизонтальне висунення захоплення.

Робот-штабелер дозволяє накопичувати продукцію в осередках типу етажерки, що займають відносно малу площу, здійснювати їх видачу в стандартній тарі або піддонах на приймально-видавальні пристрої складів.

Широке застосування в автоматизованих складах знайшли також супутникові технології. При цьому використовується тип стелажів, в яких переміщення вантажу в каналі конструкції здійснюється за допомогою супутника (шатла). Дана конструкція дозволяє збільшити заповнюваність і товарообіг складу. Кран-штабелер оснащений супутником (перевізником піддону), за допомогою якого піддон може бути поміщений або вилучений з глибоких каналів. Структура стелажа повинна бути стійкою до статичних навантажень від піддонів з вантажами, а також витримувати динамічні навантаження, створювані супутником. При великому обороті в одному проході можуть працювати кілька супутників один над іншим. У такій ситуації глибокі балки служать опорою для піддонів і рейками для супутників.

Супутник (Шатл) - металева платформа (розмір адаптований під габарити вантажу) на колісному підставі з електродвигуном.

Система **Dematic Multishuttle "Roaming"** розроблена для складських систем з низькою і середньою швидкістю вантажообігу, але високими вимогами до гнучкості. Окремі шаттли тут не прив'язані до рівнів складу, а можуть за допомогою ліфтів переміщатися між рівнями. При цьому можна отримати високу продуктивність при використанні невеликої кількості шатлів.

Для підвищення продуктивності систему можна легко дооснастити, збільшивши кількість шатлів.

Обов'язковою умовою є використання бездротових засобів зв'язку для управління шаттлами.

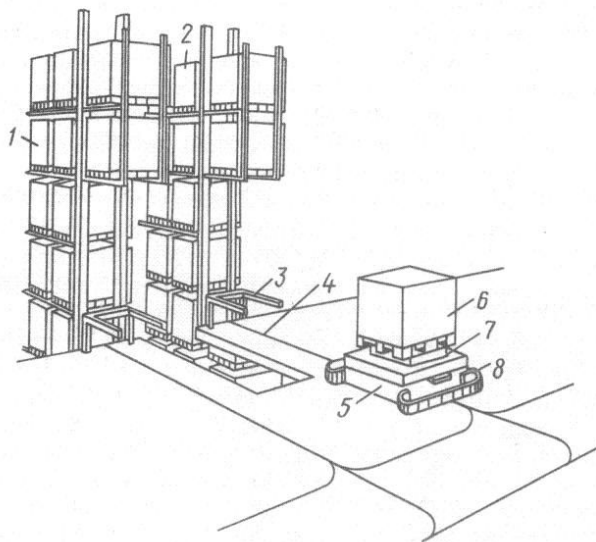
Для переміщення вантажу всередині складу та збору замовлень використовуються різні конвеєри, сортувальні системи, а також системи знімання і установки вантажу.

Недоліком такого підходу є жорстка структура, яка не дозволяє швидко перебудовувати структуру складу в разі необхідності.

Більш гнучке застосування забезпечують підлогові безрейкові автоматичні візки (електроробокари) завдяки простоті споруди транспортних шляхів, оснащенням візків пристроями автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій.

Транспортні роботи можуть бути обладнані підйомними і підйомно-поворотними столами, висувними штангами для підйому і фіксації на потрібній висоті піддонів з вантажами або касет з заготовками.

Взаємодія робокару з краном-штабелером автоматизованого складу показана на рис. 16.7.



- 1 - автоматизований стелажна склад;
- 2 - складський проїзд, обслуговується краном-штабелером з автоматичним управлінням;
- 3 - станція навантаження-розвантаження;
- 4 - траса руху Робокару;
- 5 - Робокар;
- 6 - вантаж (на піддоні);
- 7 - підйомна вантажна платформа Робокар;
- 8 - бампери з тактильними датчиками

Рис. 16.7. Взаємодія робокару з краном-штабелером автоматизованого складу

Застосовуються автоматичні транспортні візки і вантажопідйомністю від 50 кг до декількох тонн.

Для переміщення візка по заданому маршруту використовується система маршрутослідкування візків. При цьому найчастіше використовуються електромеханічні, індуктивні та оптоелектронні системи стеження.

Електромеханічні системи передбачають використання в дорожньому покритті направляючої шини або паза, за яким переміщається ролик, закріплений на відкидному кронштейні і пов'язаний, як правило, з переднім керованим колесом.

При індуктивних (електромагнітних) системах стеження візок рухається вздовж металевої смуги, змонтованої вздовж траси на поверхні дорожнього покриття. Під передньою частиною візка розташовуються датчики стеження. Струм низької частоти пропускається через дроти наведення, які прокладаються під підлогою. На візку встановлені дві котушки датчиків. Шляхом посилення різниці напруг, індукованих в цих котушках, здійснюється автоматичне рульове управління візком.

Оптоелектронні системи маршрутослідкування створюють, використовуючи різні смуги (наприклад, контрастні, флуоресцентні, світловідбиваючі металізовані або металеві), що наносяться на дорожнє покриття. Візки в цьому випадку оснащують відповідними датчиками.

Оптоелектронна система маршрутослідкування візка може також складатися з світлових маяків, розташованих у суворій послідовності на стелі виробничого приміщення, і датчиків на приладах, встановлених на роботі. Під час руху візок орієнтується на світлові маяки, а при точному позиціонуванні - на спеціальні мітки, нанесені на обладнанні. Супутники з виробами, що встановлюються на приймальний стіл візків, робот може переміщувати на стіл станції вивантаження. При цьому конструкція шасі може дозволити рухатися візку не тільки вперед по трасі, але і зміщуватися убік, розвертатися на місці, рухатися під будь-яким кутом до осі платформи.

Розглянемо системи маршрутослідкування на основі оптичних датчиків, що використовують вказівники маршруту у вигляді кольорових смуг. На рис. 16.8 наведений мобільний робот (візок), який здійснює маршрутослідкування вздовж контрастної смуги (чорної на білому фоні) за допомогою двох оптичних інфрачервоних датчиків.

Візок має два привода – правий та лівий та два оптичних датчика – справа та зліва від смуги вказівника маршруту. У вихідному положенні оптичні датчики знаходяться

справа та зліва від смуги вказівника маршруту (датчики не спрацьовують) і включені обидві двигуна (візок переміщується прямо).



Рис. 16.8. Візок з маршрутослідкуванням за допомогою двох оптичних датчиків

Якщо на смугу попадає лівий датчик, то він спрацьовує та здійснюється поворот вправо (зупиняється лівий двигун), а якщо на смугу попадає правий датчик, то здійснюється поворот ліво (зупиняється правий двигун).

Спрацювання обох датчиків на контрольній позначці визначає встановлену дію, наприклад, зупинку, точку повороту або точку підрахунку позицій зміни маршруту.

Якщо спрацьовує хоча б один з датчиків перешкод, візок зупиняється.

На рис. 16.9 наведена блок-схема алгоритму маршрутослідкування за допомогою двох оптичних датчиків. При включенні крокового двигуна переміщення здійснюється на вказану кількість кроків. У наведеному прикладі програми це 1 крок.

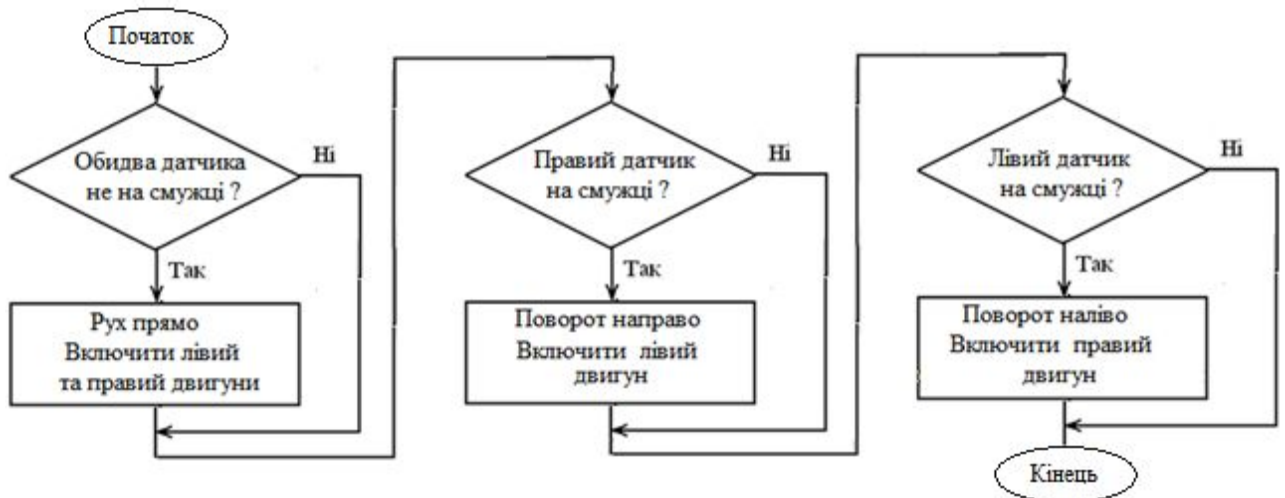


Рис. 16.9. Блок-схема алгоритму маршрутослідкування

На рис.16.10 наведена схема підключення крокових двигунів та інфрачервоних датчиків перешкод мобільного робота до контролера Arduino UNO.

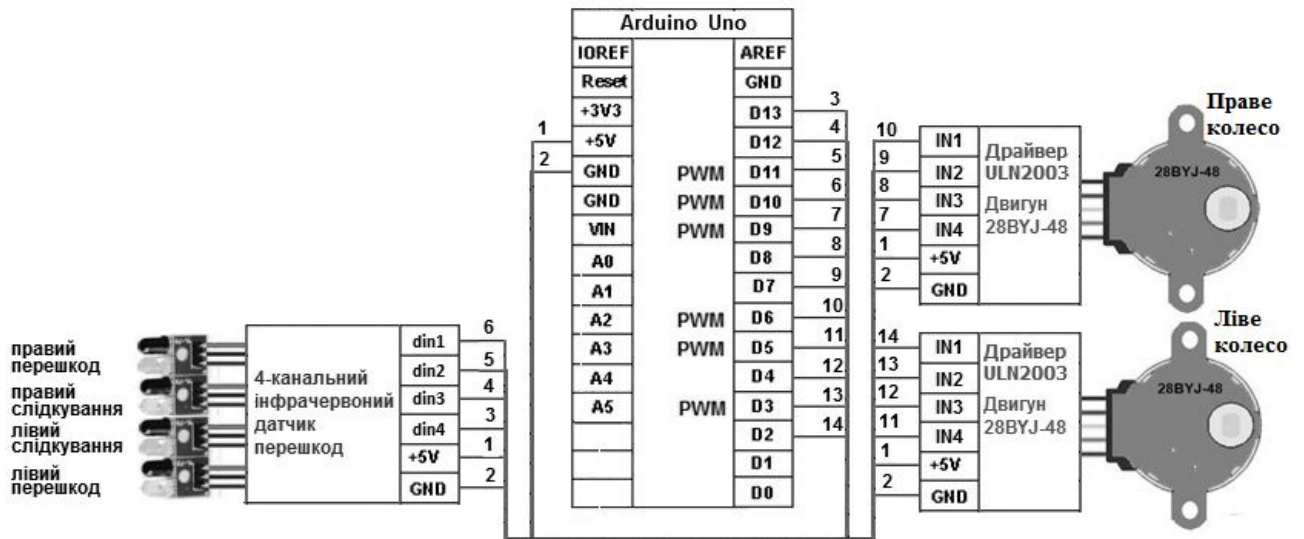


Рис.16.10. Схема підключення крокових двигунів та інфрачервоних датчиків до контролера Arduino UNO

Завдання до практичних занять

Ознайомитись з програмою переміщення вздовж смуги, наведеної в прикладі. Доповнити блок-схему алгоритму та програму зупинкою візка при наявності перешкод, використовуючи приклад програми.

Приклад розв'язання задач з теми заняття

Програма забезпечує переміщення мобільного робота вздовж чорної смуги на білому фоні. Виходи датчиків перешкоди: 1(HIGH) – нема відбитого сигналу, 0 (LOW)– є відбитий сигнал.

demo_uno_2_step_weg_block

```
#include <Stepper.h>
int pos1 =1;
int pos2 =1;
int speed = 0;
//підключення датчиків перешкод
#define din1 10 //правий датчик перешкоди
#define din2 11 //правий датчик слідування
#define din3 12 //лівий датчик слідування
#define din4 13 //лівий датчик перешкоди
// ліве колесо
Stepper stepper1(64, 2, 4, 3, 5);
// праве колесо
Stepper stepper2(64, 6, 8, 7, 9);
void setup() {
  stepper1.setSpeed(500);
  stepper2.setSpeed(500);
}
void loop() {
  // якщо обидва датчика не на смужці
  if (digitalRead(din2)==LOW && digitalRead(din3)==LOW)
  {
    //то рух прямо
```

```

stepper1.step(pos1);
stepper2.step(-pos2);
}
if (digitalRead(din2)==LOW && digitalRead(din3)==HIGH) //якщо правий датчик на
смужці
{
stepper1.step(pos1); //то поворот направо
}
if (digitalRead(din2)==HIGH && digitalRead(din3)==LOW) // якщо лівий датчик на смужці
{
stepper2.step(-pos2); //то поворот наліво
}
}

```

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється автоматизований склад?
2. Які функції здійснює система управління складом?
3. Що таке система WMS?
4. Які типи схем використовують для стелажних складів?
5. Чим відрізняються схеми типу 1 та 2 для стелажних складів?
6. Чим відрізняються схеми типу 3 та 4 для стелажних складів?
7. Які основні елементи включають автоматизовані склади?
8. Що представляють собою супутникові технології?
9. Які системи маршрутослідкування використовують для переміщення автоматичних транспортних візків?
10. Як працюють оптоелектронні системи маршрутослідкування?

17 Програмне забезпечення для управління складами

17.1 Структура і склад програмного забезпечення для управління складами

Програмне забезпечення для вирішення задач логістики включає різні взаємодіючі системи:

- система управління складом (WMS), яка дозволяє ефективно автоматизувати склади будь-якої складності, завдяки гнучкості і можливості масштабування;
- система управління транспортом (TMS), яка пропонує всі необхідні інструменти для автоматизованого планування і управління транспортування тощо.

При цьому пропонується стандартизоване базове програмне забезпечення з різноманітними конфігураційними можливостями, яке можна розширювати і змінювати за допомогою набору настроєваних програмних модулів, які вирішують такі завдання:

- обробка різних видів прийому товару;
- вільно конфігуровані стратегії завантаження товару на склад;
- різні можливості управління замовленнями;
- розрізнення технології комісіонування;
- стратегії консолідації замовлень та подання на відвантаження;
- інтеграція в системи матеріалопотоку.

Модульна конструкція і можливість конфігурації складів дозволяє адаптувати системи управління до процесів замовників.

Сучасна система управління складом (Warehouse Management System - WMS) - це програмно-апаратний комплекс, завдання якого забезпечити адресне зберігання, автоматизацію документообігу і управління роботою складу в режимі реального часу. Ключові складові даного комплексу це процедури роботи (або система контролю якості управління), програмне забезпечення автоматизації складу і технології автоматизації (штрихкодування, RFID, Pick-by-Voice, Pick-to-Light).

На рис. 17.1 наведена структура сучасної системи управління складом.

Система управління якістю (ISO)	
Програмне забезпечення автоматизації складу (WMS)	
Технології автоматизації (штрихкодування, RFID, Pick-by-Voice, Pick-to-Light)	
БАЗИС	Працівники складу, що забезпечують виконання логістичних операцій (вантажники, комплектувальники, водії навантажувачів, оператори)
	Вантажно-розвантажувальне обладнання та техніка (рампи, навантажувачі, штабелерів, рокли)
	Інженерні системи та служби забезпечення (освітлення, опалення, вентиляція, охоронно-пожежна сигналізація, контроль доступу)
	Фізична інфраструктура складу (будівля, стелажі, проїзди, зони зберігання і обробки)

Рис. 17.1 Структура сучасної системи управління складом

Складська система YARD MANAGEMENT SYSTEM (YMS) управляє вхідними та вихідними вантажопотоками складського комплексу та територією, яка прилягає до складу.

Система YMS застосовується з метою вирівняти масштаби управління WMS і TMS і усунути «білі плями» на карті руху товарних запасів.

Ярд-менеджмент оцінюють по тому, як постачальниками просувається YMS. Маркетинговий матеріал може розповісти багато про що. Згідно логістичного бізнесу концепцією YMS пропонується:

- відстежувати різні типи транспортних одиниць,
- забезпечувати диспетчеризацію вхідних і вихідних потоків товарних запасів,
- керувати вантажними автомобільними засобами, які прибувають під навантаження або розвантаження в складське приміщення.

В середньому в складських комплексах робляться одні ворота на тисячу палет-місць. В даний час ярд-менеджмент актуальний для середніх і великих складських комплексів.

Складські замовлення, розміщені на металеві стелажі, по черзі виставляють до воріт. Замовлення збираються по необхідному часу, виставляються послідовно до воріт. Всіма цими процесами керує WMS. Залишається лише подати автотранспорт до потрібних складських воріт. Якщо транспортні засоби подаються в потрібному порядку, то процес постановки автомобіля до воріт зазнає суттєвого спрощення.

Вхідні ж потоки в WMS управляються інакше. В систему завантажують очікувані приходи товарів, розміщують їх на вантажні стелажі, палетні стелажі та інше обладнання для складу. Ярд-менеджмент допомагає поліпшити сервіс по операціях крос-докінгу.

Крос-докінг (англ. cross - безпосередньо, перетинати, англ. Dock - док, вантажна платформа, стикування) - процес приймання і відвантаження товарів і вантажів через склад безпосередньо, без розміщення в зоні довготривалого зберігання.

Крос-докінг є сукупністю логістичних операцій всередині ланцюжка поставок, завдяки яким відвантаження зі складу та доставка товарів максимально точно узгоджуються за часом. В результаті продукція доставляється за мінімальний термін.

Крос-докінг відбувається в один або два етапи:

- одноетапний крос-докінг - вантаж проходить через склад у вигляді незмінного окремого замовлення;
- двоетапний крос-докінг - відвантажена партія товару піддається переоформленню, та товар на складі може бути розділений на групи.

Зберігання товару на складі в обох випадках повністю виключається.

Перевагами наскрізного складування:

- більш швидка доставка продукції до пунктів призначення;
- скорочення складських площ і зниження витрат на оплату оренди складів і праця персоналу.

Оптимальними для наскрізного складування вважаються товари з високим попитом і значним обсягом транспортування: товари масового споживання, що користуються постійним попитом; швидкопсувні продукти; товари високої якості; продукція для рекламних заходів.

17.2 Функції програмного забезпечення для управління складами

Система управління складом (WMS - Warehouse Management System), це методологія (набір алгоритмів) роботи складу і методи реалізації цих алгоритмів.

Склад є ключовою ланкою ланцюга постачань і мета роботи складу - забезпечити з мінімальними витратами:

- прийом (повернень, сировини, готової продукції ...),
- розміщення (оптимальне з урахуванням параметрів товару і систем зберігання),
- зберігання (з дотриманням необхідних умов зберігання),
- обробка (перепакування, маркування, відбракування, ...),
- відвантаження товарів (без пересортів, точно в строк, LiFO, FPFO, FiFo, ...).

Всі дії, спрямовані на реалізацію цих цілей, можна вважати, за великим рахунком, системою управління складом або WMS.

WMS - це не тільки програмне забезпечення для управління складом. В деяких випадках WMS ототожнюють з введенням адресного зберігання, штрихкодуювання, використанням терміналів збору даних, RFID і інших технологій автоматизації.

Для ефективного управління матеріальними та інформаційними потоками крупного складу необхідні і логістичне програмне забезпечення та обладнання автоматизації логістики.

Вибір WMS системи безпосередньо залежить від поставлених завдань, а ці завдання будуть істотно відрізнятися для складу запчастин в одну кімнату і логістичного комплексу на 100 000 палети-місць.

Типові функції управління складом:

- зона отримання;
- розміщення в складі;
- управління замовленнями;
- управління поповненням;
- комплектація / вивантаження з складу;
- зона відвантаження;
- управління двором;
- управління користувачами;
- управління структурою складу;
- стратегія наявності товарів;
- загальні складські функції.

Розглянемо систему управління складом Logistics Vision WMS, яка є частиною програмної платформи Logistics Vision Suite. Завдання, які вирішує Logistics Vision Suite – це автоматизація складу, планування перевезень, логістика виробництва та управління запасами.

Платформа Logistics Vision та її центральний модуль - система управління складом спочатку розроблена і орієнтована на фахівця з логістики. У платформі Logistics Vision можливо легко змінювати логіку роботи складу, тобто спосіб створення пік-листів, завдань на розміщення, відбір, упаковку, тощо. Logistics Vision - це інструмент для створення та автоматичного виконання правил роботи складу.

Програмне забезпечення системи побудовано на сучасній технології Microsoft.NET.

При цьому забезпечується гарантія сумісності з Windows системами, доступ до відкритих методів бібліотек з Visual Studio або вбудованих засобів розробки за допомогою Visual Basic і інших .Net мов програмування.

Також забезпечується можливість роботи з будь-якою з існуючих технологій автоматизації.

Альянс-КМ, як системний інтегратор Logistics Vision, надає можливість використовувати програмне забезпечення разом з:

- паперовою технологією,
- технологією штрих кодування,
- голосовим керуванням (Pick-by-Voice),
- світловими індикаторами (Pick-by-Light),
- RFID.

Підтримка всіх основних технологій вже вбудована в ядро програмного забезпечення. Logistics Vision дає можливість використання найвигіднішою для кожного конкретного складу (а іноді навіть і процесу) технології автоматизації.

Класи систем автоматизації.

1) Самостійні, внутрішні розробки – варіант, що найбільш часто зустрічається в Україні. Дуже складно розрахувати, у скільки обійшлася така розробка. Подібні системи живуть в процесі постійного програмування. Використовується паперова технологія. Серед позитивних сторін такого стану речей, - наявність постійного ІТ відділу і набору

оригінальних, специфічних рішень, які з максимальною ефективністю переносяться в сучасні системи автоматизації.

2) Коробочні рішення, - це WMS системи з обмеженими можливостями адаптації. Найчастіше працюють тільки з паперовою або штрихковою технологіями. Містять в собі бізнес-процеси, під які консультанти будуть підганяти роботу складу. У разі коробочного рішення, частіше за все, для зміни логіки роботи системи доводиться задіяти послуги фірми-інтегратора. Плюсом коробочного рішення може вважатися безумовна стандартизація бізнес-процесів. Проте стандартизація досягається ціною усунення гнучкості і адаптованості. Існують приклади об'єктів в Європейській та Російській практиці, коли Logistics Vision замінює існуючу коробочну систему завдяки ряду переваг в ефективності, надійності і гнучкості.

3) Системи, що адаптуються. Системи, до яких відноситься Logistics Vision, дозволяють підлаштовувати алгоритми роботи складу під будь специфічний процес. Такі системи підтримують об'єктно-орієнтований підхід, просте програмування загальнодоступними засобами, відкриті структури баз даних та інші сучасні технологічні концепції. Цей клас систем застосовується для управління великими та середніми логістичними комплексами. Застосування систем, що адаптуються, дозволяє вирішувати найскладніші завдання управління логістикою.

17.3 Інтеграція в автоматизовані системи управління верхнього рівня

Як уже зазначалося системи управління складом як правило є частиною комплексних систем управління, наприклад система управління складом Logistics Vision WMS, є частиною програмної платформи Logistics Vision Suite. Logistics Vision Suite це система автоматизації логістики, яка здійснює в режимі реального часу управління всіма технологічними операціями складних і розподілених ланцюгів поставок (рис.17.2).

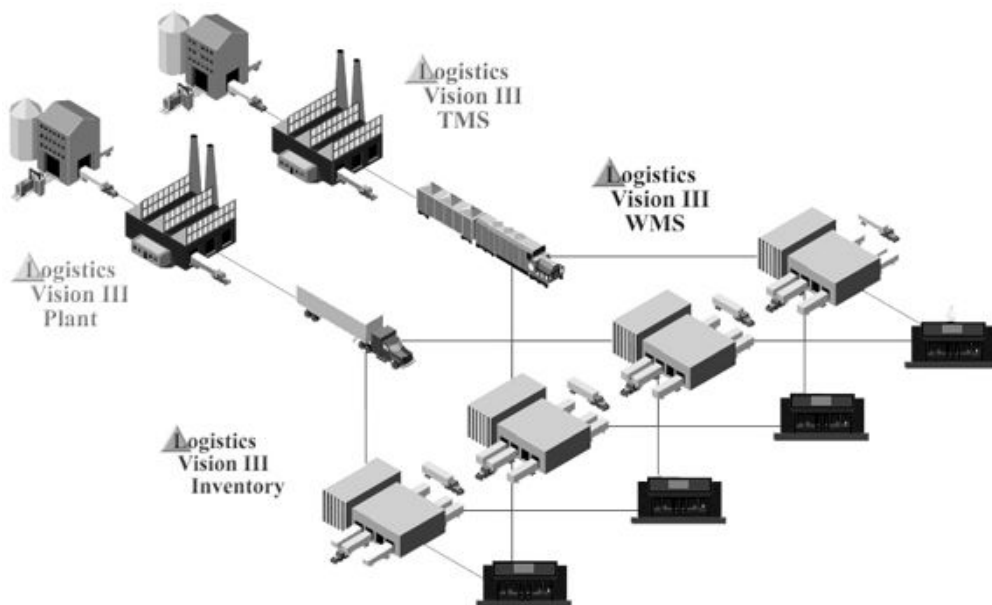


Рис. 17.2. Програмна платформа Logistics Vision Suite

Завдання, які вирішує Logistics Vision Suite:

- автоматизація складу,
- планування перевезень,
- логістика виробництва,
- управління запасами.

Автоматизація складу.

Система автоматизації складу пакета Logistics Vision Suite III - це програмне забезпечення для управління складом Logistics Vision WMS забезпечує:

- оптимізацію складських процесів і операцій,
- автоматизований документообіг складу,
- точну інформацію про залишки,
- зниження помилок,
- підвищення швидкості і якості обслуговування,
- допомога у прийнятті рішень,
- будь-які форми звітів,
- детальний облік та тарифікацію послуг складу.

Функції Logistics Vision WMS:

- автоматизоване управління складом,
- складські операції реалізуються під управлінням системи,
- управління комплексом розподілених складів,
- управління на базі правил і логіки, заданої користувачем,
- моніторинг складу в режимі реального часу,
- введення електронного документообігу,
- візуалізація складу,
- звіти за ключовими показниками ефективності,
- автоматичний ABC аналіз.

Цілі Logistics Vision WMS:

- оптимізація використання обсягів, ресурсів, техніки складу,
- підвищення рівня обслуговування клієнтів,
- підвищення оборотності складу,
- виключення помилок при формуванні замовлень.

Планування перевезень

Створення ефективного розкладу транспорту це непросте завдання, для вирішення якої система ORTEC Транспорт і Дистрибуція (ORTEC OTD) дозволяє планувати і управляти процесами транспортування і дистрибуції і значно більш ефективно здійснювати щоденні доставки будь-яким видом транспорту: від вантажівок, рефрижераторів і контейнерів до поставок повітряним, залізничним і морським транспортом.

ORTEC Транспорт і Дистрибуція (ORTEC OTD) підходить для провайдерів логістичних послуг в сегментах транспортної, складської логістики та дистрибуції, роздрібних мереж дистрибуції, виробничих компаній з великим автопарком.

Ключові концепції вирішення - це:

- управління завантаженим (FTL) і не повним (LTL) транспортом,
- управління дистрибуцією,
- управління замовленнями на транспортування,
- угруповання транспортних замовлень,
- кроссдокінг,
- контейнерні перевезення,
- інтермодальні перевезення,
- перевезення рідких / сипучих вантажів.

Програмне забезпечення ORTEC містить такі три рівні деталізації планування.

1. Операційне планування.
2. Тактичне планування.
3. Стратегічне планування.

Функції системи розширеного планування ORTEC Transport & Distribution:

- комплексний моніторинг транспортної підсистеми,
- автоматичний розрахунок маршруту,
- візуалізація маршрутів.
- візуалізація транспорту,
- передача маршрутів і замовлень в електронному вигляді,
- планування кроссдокінга,
- управління завантаженням,
- KPI звітність.

Цілі системи розширеного планування ORTEC Transport & Distribution:

- оптимізація доставки вантажів,
- контроль засобів і витрат на доставку вантажів,
- оптимізація завантаження транспортних засобів,
- контроль і планування якості і швидкості доставки вантажів,
- зниження витрат на транспортування і планування.

Логістика виробництва

Система Plant Vision ставиться до класу систем підтримки виробництва. Plant Vision перебувати на стику систем контролю технологічних процесів і систем управління складом.

Рішення для управління процесами постачання виробництва і випуску продукції

Функції системи Plant Vision.

- Автоматизоване управління постачанням виробництва.
- Автоматизований контроль якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції.
- Візуалізація системи постачання.

Цілі системи Plant Vision.

- Інтенсифікація виробничих процесів.
- Виключення простоїв виробничих ліній.
- Прозоре управління постачанням.
- Контроль персоналу
- Сертифікація виробництва відповідно до світових стандартів.

Управління запасами

Система управління запасами та аналізу збуту продукції, розроблена компанією Syncron, на підставі статистичних даних дозволяє з високим ступенем точності (до 90-95%) прогнозувати попит в комплексних і розподілених ланцюгах поставок.

Функції системи управління запасами.

- Прогноз збуту товарів на підставі статистики.
- Автоматичний багатофакторний аналіз збуту.
- Оптимальний розподіл запасів по категоріям продукції.
- Оптимальне географічне розподіл запасів.
- Мінімізації похибки прогнозу запасів.

Цілі системи управління запасами.

- Підвищення рівня сервісу.
- Мінімізація запасів
- Точне прогнозування попиту.
- Швидка реакція на зміни ринку.

Фірми, що виробляють системи управління складом, працюють як правило з різними модулями системи управління верхнього рівня (наприклад, система керування підприємством SAP), до складу яких входять відповідні модулі (рис. 17.3).

Так одним з модулів системи SAP є система розширеного управління складом SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM).

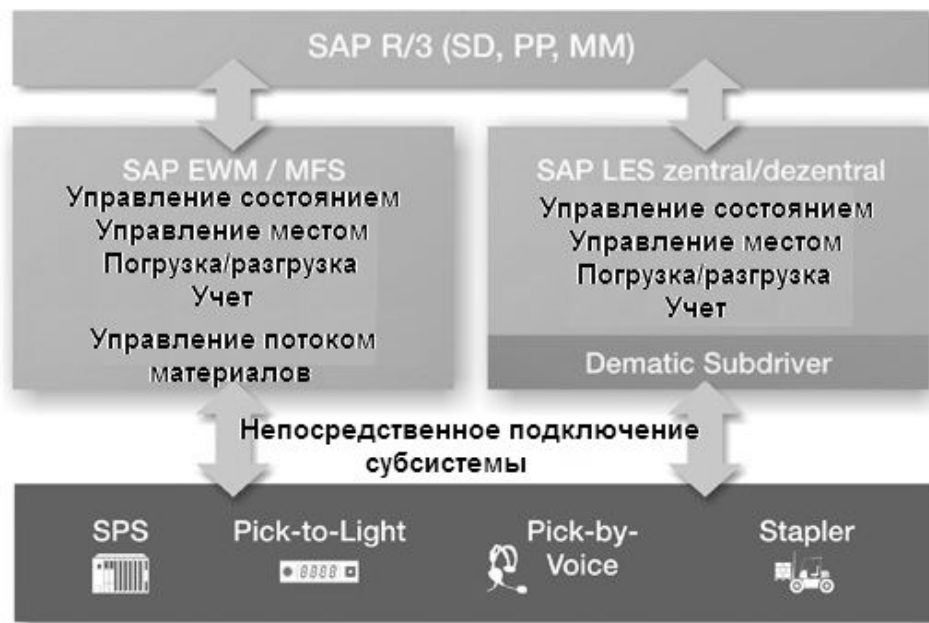


Рис. 17.3. Модулі управління складом системи керування підприємством SAP

Інтегрована в систему розширеного управління складом EWM система управління матеріалопотоком MFS приймає на себе в рамках SAP завдання комп'ютера обробки матеріалопотока і відповідає за управління автоматичними системами. Поряд з керуванням вантажними одиницями допомогою конвеєрних ліній ("Routing") MFS приймає на себе також операції з прямим обміном телеграмами з програмованими логічними контролерами (PLC).

Управління складом за допомогою SAP LES пропонує різноманітність функцій із завантаження, розвантаження, переміщення товару як в дистриб'юторських центрах, так і у виробничих складах. Функції однаково підходять для дрібних і великих, а також для простих і складних складів.

Система управління складом SAP LES дозволяє вирішувати наступні завдання:

- облік залишків на складі,
- управління місцями зберігання товару,
- використання радіозв'язку,
- управління вантажними одиницями (підтримка для EAN / UCC 128),
- оптимізація складських переміщень (TRM),
- система ярд-менеджмент,
- крос-докінг,

- послуги, що приносять додатковий дохід (Value Added Services) і
- виконання аналізу.

Управління складом може бути впроваджено як децентралізована система, що взаємодіє з однією або декількома центральними системами або як складова частина центральної системи.

Класичні автоматизовані складські та конвеєрні системи управляються за допомогою програмованих логічних контролерів (ПЛК). Ці контролери беруть на себе виконання команд по переміщенню вантажів, переданих від системи вищого рівня через різні інтерфейси.

В системі вищого рівня здійснюється управління складськими місцями, залишками на складі, а також замовленнями. Сюди також входить логіка стратегії завантаження і вивантаження товару та управління передачею команд на ПЛК у вигляді телеграм.

Знаходяться над рівнем ПЛК системи програмного забезпечення, наприклад, система управління складом або система управління матеріалопотоком, містять інтерфейси до всіх інших систем. Це так зване проміжне програмне забезпечення "Middleware" веде до додаткових витрат, яких можна уникнути при створенні можливості прямого обміну інформацією між системою SAP і ПЛК.

Найпростіше рішення по встановленню прямого сполучення між ПЛК і додатком SAP полягає в інтеграції модуля, драйвер якого приймає дані від ПЛК і переводить їх у команди SAP (і навпаки). Вже існуючі програми в ПЛК при цьому залишаються незмінними.

Контрольні запитання

1. Які системи включає програмне забезпечення для вирішення задач логістики?
2. Які завдання вирішує стандартизоване базове програмне забезпечення для вирішення задач логістики?
3. З чого складається структура сучасної системи управління складом?
4. Для чого призначена складська система YMS?
5. Що таке Крос-докінг?
6. Які функції забезпечує система управління складом Warehouse Management System?
7. Які завдання забезпечує система Logistics Vision Suite?
8. Які функції автоматизації складу вирішує система Logistics Vision Suite?
9. Які складові частини містить програмне забезпечення ORTEC?
10. Як здійснюється обмін даними між системою SAP і ПЛК?

18 Системи позиціонування

18.1 Призначення та види систем позиціонування

Важливим завданням, яке вирішують системи керування складськими системами є задачі позиціонування.

Наприклад, кран-штабелер призначений для встановлення та зняття вантажу з стелажів у складах, повинен здійснити переміщення захватного пристрою у встановлену позицію напроти комірки, де знаходиться вантаж, або куди треба встановити вантаж. Приклад складу з використанням стелажного крана-штабелера наведений на рис. 12.1.

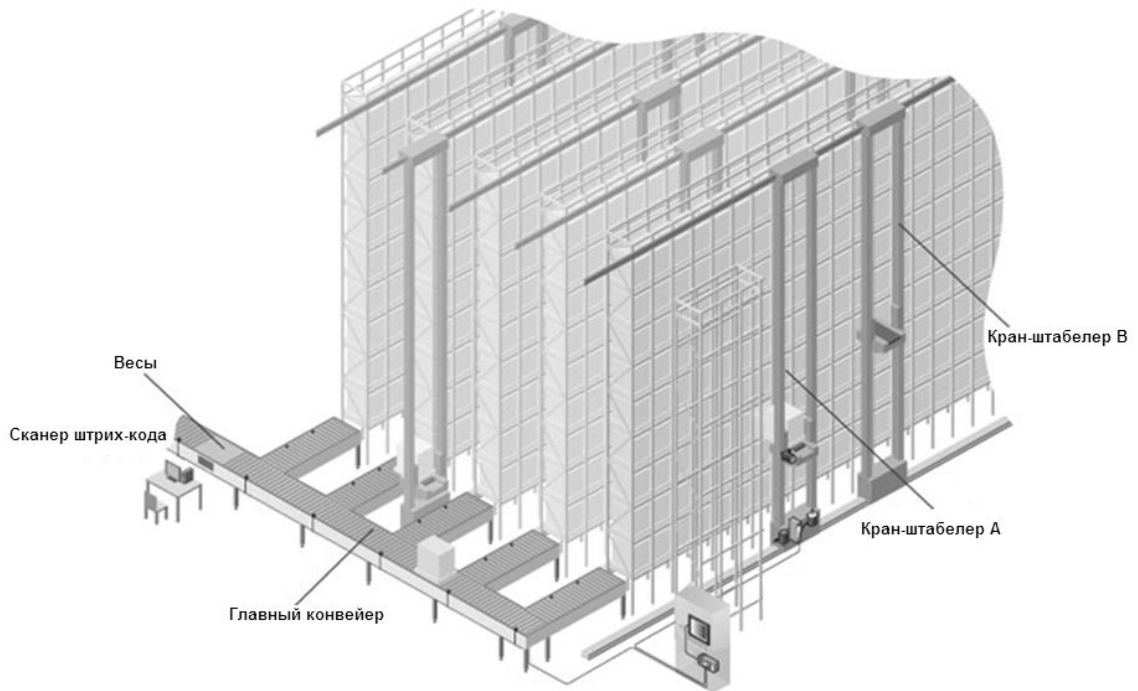


Рис. 18.1. Приклад складу з використанням стелажного крана-штабелера

На рис. 18.2 наведені переміщення, які здійснює кран-штабелер.

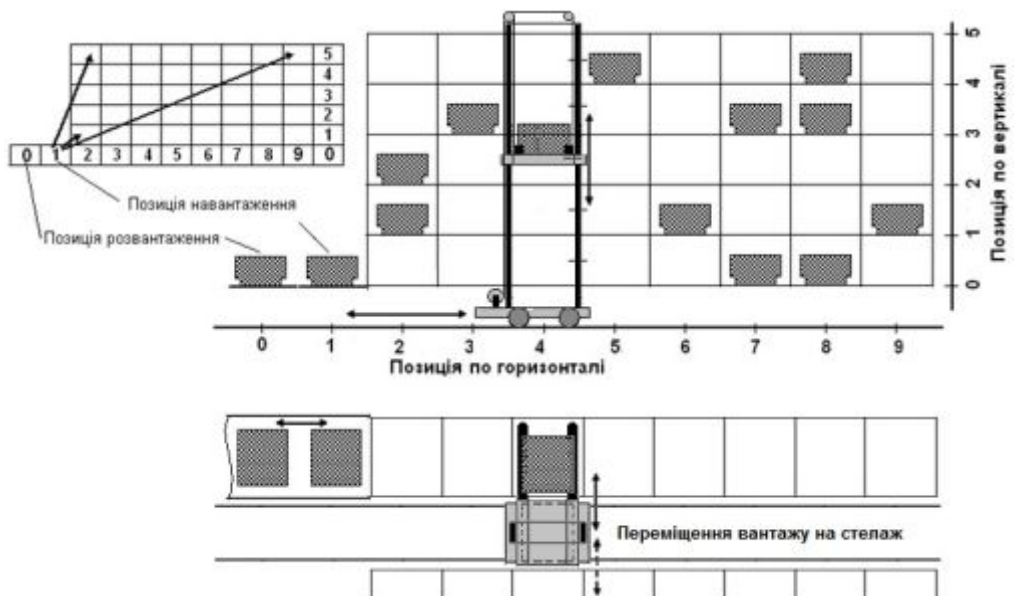


Рис. 18.2. Переміщення крана-штабелера

Принцип роботи штабелера заснований на переміщенні вантажу по трьом координатах (рис. 18.2). Переміщення по горизонталі забезпечується за рахунок переміщення візка. Переміщення по вертикалі, а саме, підйом вантажозахватного пристрою здійснюється за допомогою барабана (рис.18.3).

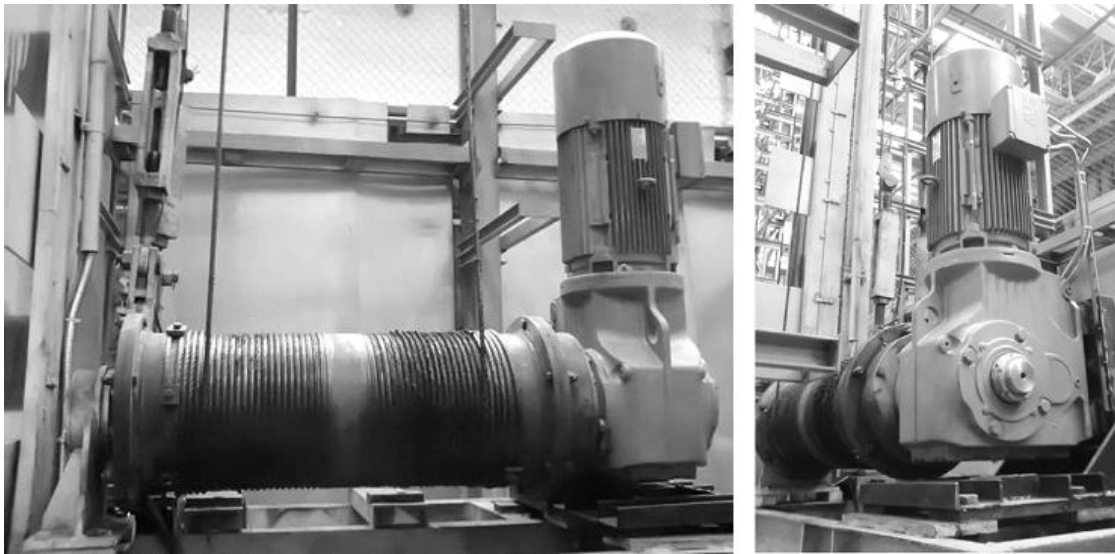


Рис.18.3. Барабан для підйому вантажозахватного пристрою

Встановлення та зняття вантажу з стелажа здійснюється за допомогою телескопічного висувного захвата (рис. 18.4).

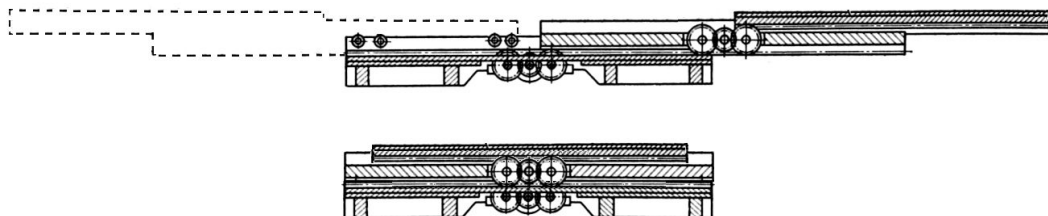


Рис. 18.4. Телескопічний висувний захватний пристрій

Однією з важливих задач при створенні автоматизованих складів з використанням кранів-штабелерів є забезпечення заданої точності позиціонування при переміщенні. Цю задачу вирішують за допомогою системи керування та різних датчиків положення.

18.2 Датчики положення

Для позиціонування використовуються контактні та безконтактні датчики положення рухомих об'єктів.

У найпростіших контактних датчиках механічне переміщення перетворюється в замкнений або розімкнений стан електричних контактів, які здійснюють релейний змін опору у зовнішньому колі. На рис. 18.5 наведено зовнішній вигляд контактної датчика (18.5, а), приклад його застосування для сигналізації кінцевого положення рухомої деталі механізму (18.5, б) та умовне позначення (18.5, в).

Аналогічно може бути побудований шляховий датчик, який спрацьовує у проміжних пунктах переміщення деталі.

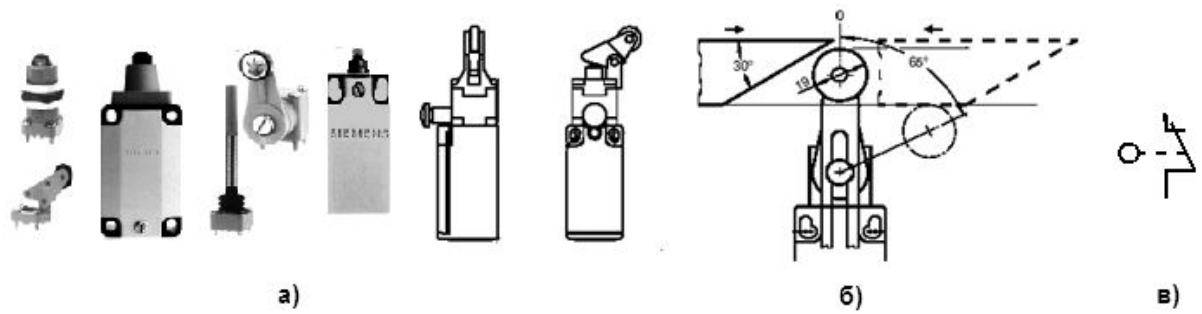


Рис. 18.5. Контактний датчик

Безконтактні датчики за принципом роботи можна поділити на індуктивні датчики з щілинними та площинними чутливими елементами (рис. 18.6), оптичні датчики на проходження та відбивання (рис. 18.7), а також інкрементальні фотоімпульсні датчики, які встановлюються на механізми переміщення (рис. 18.8).

У **індуктивних датчиках** релейний сигнал створюється електронною схемою, яка приводиться в дію металевою пластиною, що кріпиться на рухомій деталі механізму, або самою деталлю. Ці датчики поділяються на дві групи: датчики із щілинними чутливими елементами та датчики з площинними чутливими елементами.

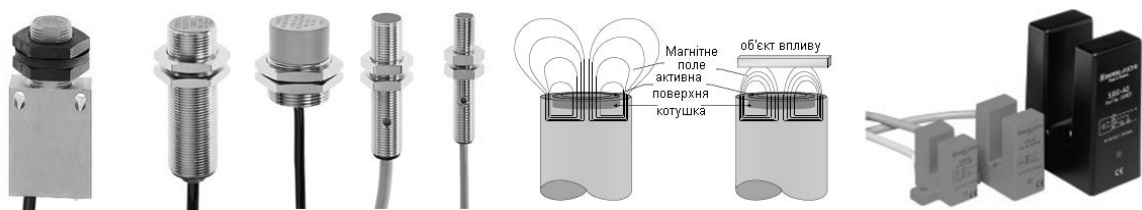


Рис. 18.6. Індуктивні датчики з щілинними та площинними чутливими елементами

В **оптичних (фотоелектричних) датчиках** зміна вихідного параметра (срум, напруга) відбувається залежно від зміни сили світла, яке падає на датчик. Оптичні датчики можуть працювати на відбивання (датчики відбиваючої дії) або на проходження (датчики однонаправленої дії).



Рис. 18.7. Оптичні датчики позиціонування.

Принцип дії фотоімпульсних датчиків, які використовуються вимірювання переміщення та швидкості, базується на модуляції світлового потоку, який засвічує фотоелемент за допомогою диска або лінійки з отворами або з прозорими та непрозорими смугами (рис. 18.8).

Таки датчики дають до 6000 імпульсів за один оборот, що дозволяє вимірювати малі переміщення. Електронна система датчика формує дві послідовності імпульсів, які зсунуті відносно одна одної на $+90^\circ$ або -90° в залежності від напрямку переміщення. Завдяки цьому лічильники мають можливість визначити абсолютну позицію переміщення шляхом рахування імпульсів на збільшення або на зменшення.

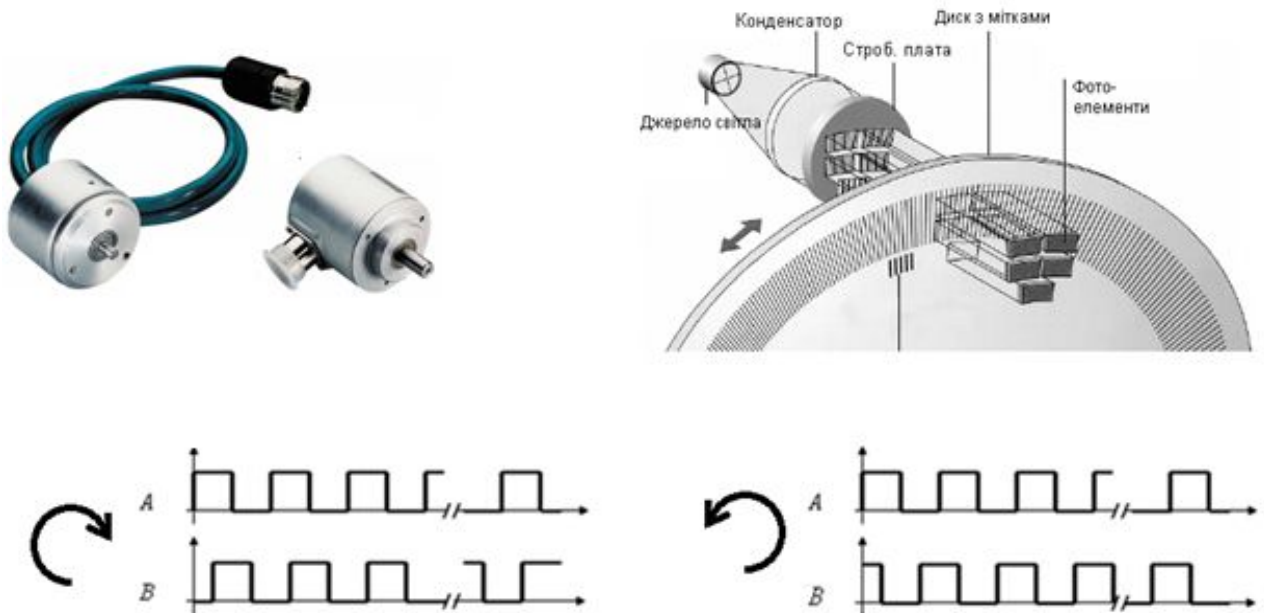


Рис. 18.8. Інкрементні фотоімпульсні датчики

18.3 Реалізація систем позиціонування

Позиціонування за допомогою контактних датчиків

На рис. 18.9 показаний приклад позиціонування за допомогою контактних датчиків - кінцевих вимикачів.

При цьому сигнал з датчика може використовуватися як для системи управління, так і для безпосереднього відключення двигуна (наприклад, аварійне відключення).

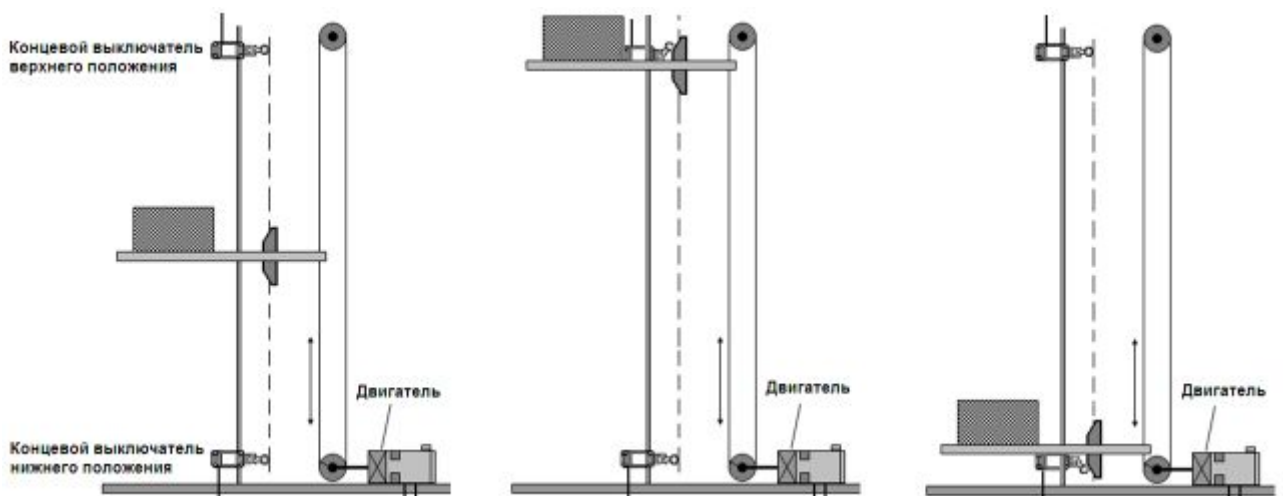


Рис. 18.9. Позиціонування за допомогою контактних датчиків - кінцевих вимикачів

Використання контактного датчика як датчика положення.

Позиція визначається числом спрацювання датчика, починаючи від початкового положення, тому для визначення позиції необхідний лічильник спрацювань датчика (рис. 18.10).

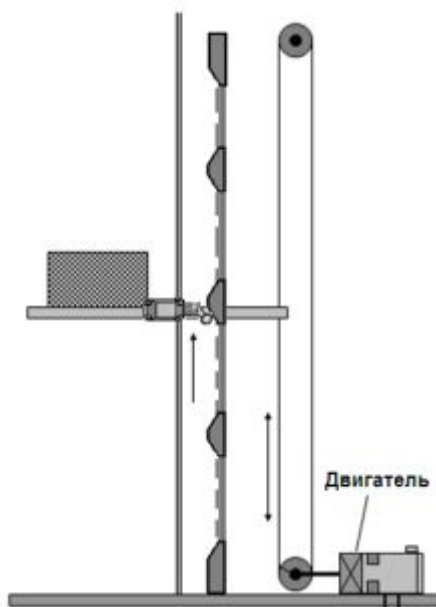


Рис. 18.10. Використання контактної датчика як датчика положення

Позиціонування можна здійснювати по спрацюванню індуктивного або оптичного датчика від елементів спрацювання, які знаходяться у позиції зупинки. Якщо позиція змінюється, то треба задати кількість спрацювань датчика при досягненні якого здійснюється зупинка відповідного механізму переміщення (рис. 18.11).

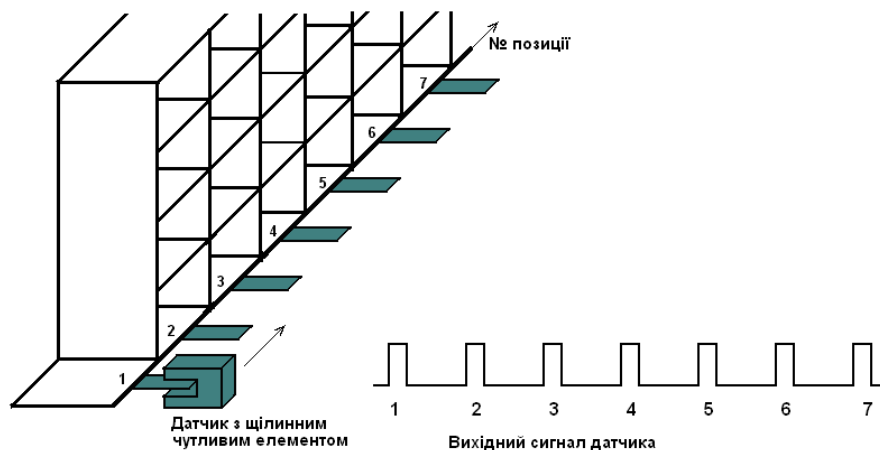


Рис. 18.11. Позиціонування шляхом підрахунку заданої кількості спрацювань датчика

При використанні інкрементального датчика при переміщенні з виходу датчика поступають імпульси, кількість яких пропорційно переміщенню. При цьому позиція завдається числом імпульсів, перерахованих на одиницю переміщення. Система керування порівнює задане число імпульсів, яке визначає позицію зупинки, з числом імпульсів, яке визначає лічильник при переміщенні. Коли ці значення дорівнюють одне одному, це означає, що досягнута задана позиція, та здійснюється зупинка відповідного механізму переміщення.

Розглянемо приклади позиціонування крана-штабелера при переміщенні по вертикалі (підйом каретки з вантажозахоплювальним пристроєм) та горизонталі (переміщення візка).

Механізм підйому каретки наведений на рис. 18.12. Підйом здійснюється за допомогою барабана (рис. 18.13). Для позиціонування пристрою, що захоплює вантаж, використовується інкрементальний датчик, встановлений на осі барабана, таким чином при поверненні барабана на одне обертання датчик видає кількість імпульсів, яке відповідає роздільній здатності датчика (число імпульсів на одне обертання).

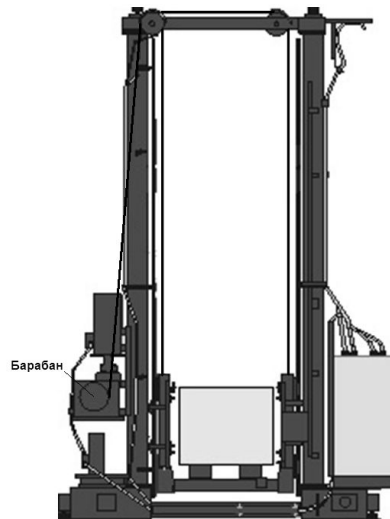


Рис. 18.12. Механізм підйому каретки

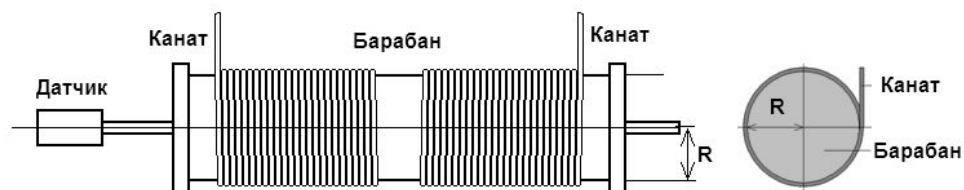


Рис. 18.13. Барабан підйому вантажозахоплювального пристрою

На рис. 18.14 показана послідовність встановлення вантажу на стелаж. Зняття вантажу здійснюється у зворотному порядку.

На рис. 18.14 зліва показані рівні переміщення при встановленні та зняття вантажу у комірку стелажа. При цьому n – верхній рівень стелажа, i – поточний рівень стелажа.

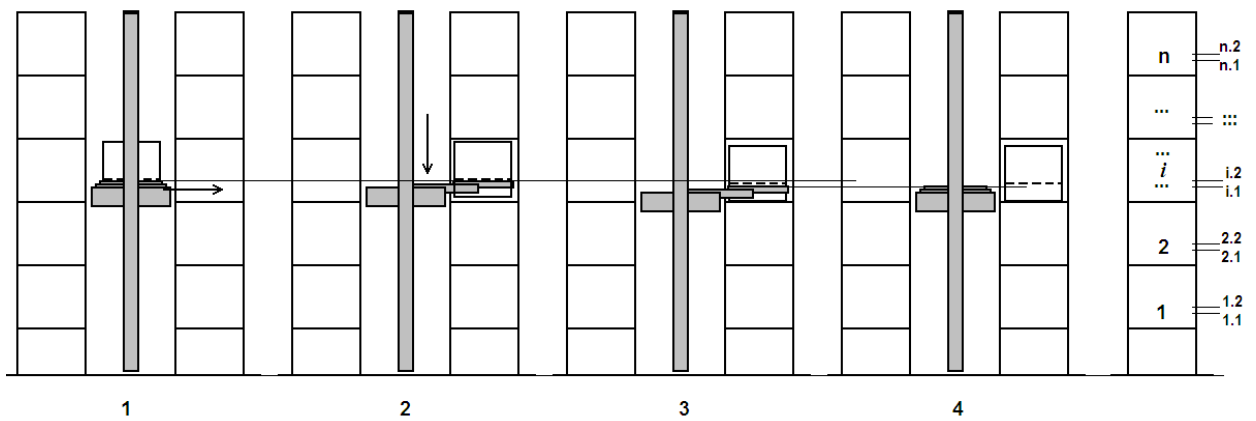


Рис. 18.14. Послідовність встановлення вантажу на стелаж та рівні переміщення при встановленні та зняття вантажу у комірці стелажа

При встановлення вантажу в комірці на рівні i алгоритм керування виконує таку послідовність дій:

1. Перейти в точку $i.2$
2. Висунути захоплювальний пристрій
3. Опуститися в точку $i.1$
4. Засунути захоплювальний пристрій
5. При знятті вантажу виконується така послідовність дій:
6. Перейти в точку $i.1$
7. Висунути захоплювальний пристрій
8. Піднятися в точку $i.2$
9. Засунути захоплювальний пристрій

Для позиціонування вантажозахоплювального пристрою треба визначити кількість імпульсів, яку видає датчик при переході з одного рівня на інший. Для цього потрібно знайти відстань, яку проходить вантажозахоплювальний пристрій за одне обертання датчика (барабана).

Якщо радіус барабану з урахуванням товщини каната дорівнює R , то відстань, яку проходить канат за одне обертання барабана (датчика) s_d дорівнює:

$$s_d = 2 \pi R.$$

Якщо відстань між рівнями стелажу дорівнює S_y , а кількість імпульсів на одне обертання датчика дорівнює n_d , то кількість імпульсів n_y при переміщенні від одного рівня на наступний дорівнює:

$$n_d = n_d S_y / s_d.$$

Різниця між рівнями переміщення для встановлення та зняття вантажу (між точками $i.2$ і $i.1$) ΔS складає 50% від зазору між вантажем і верхньою балкою комірки. Кількість імпульсів для переміщення між рівнями для встановлення та зняття вантажу Δn дорівнює:

$$\Delta n = n_d \Delta S / s_d.$$

Вихідною позицією при переміщенні по вертикалі є точка 1.1 на рівні 1, яка відповідає позиції 0. На цьому рівні лічильник імпульсів скидається в 0. Позиція n ($i.1$) для переходу на рівень $i.1$ (зняття вантажу) та позиція n ($i.2$) для переходу на рівень $i.2$ (встановлення вантажу) відповідно дорівнюють:

$$\begin{aligned} n(i.1) &= (i-1) n_y; \\ n(i.2) &= (i-1) n_y + \Delta n. \end{aligned}$$

Для позиціонування в процесі переміщення візку використовуються щільні індуктивні датчики. Принцип позиціонування показаний на рис. 18.15.



Рис. 18.15. Принцип позиціонування в процесі переміщення візку

Для позиціонування використовуються два індуктивних датчика Д1 і Д2, встановлених на візку. Напроти кожної комірки стелажу (по горизонталі) встановлені по два елемента спрацювання таким чином, щоб при спрацюванні обох датчиків візок знаходився напроти комірки.

Для забезпечення високої точності позиціонування використовуються багатополісні двигуни, які забезпечують швидке переміщення та повільне переміщення (переміщення з повзучою швидкістю).

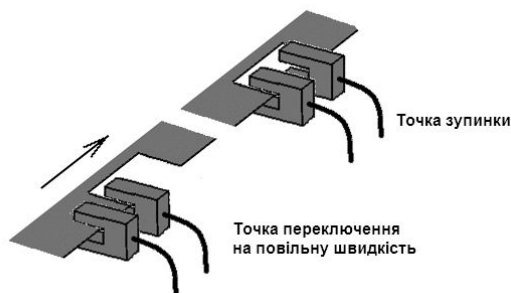
При переміщенні вправо на великій швидкості датчик Д2 зчитує імпульси та подає їх на лічильник системи керування, де вони порівнюються з заданим значенням позиції ($2j - 1$), де j – кількість комірок, на яке треба переміститися по горизонталі.

При досягненні цього значення виконується грубе позиціонування (датчик Д2 спрацьовує від лівого елемента спрацювання) та двигун переключається на повзучу швидкість.

При спрацюванні обох датчиків Д2 і Д1 двигун виключається та здійснюється точне позиціонування.

Аналогічно здійснюється переміщення вліво, з тою різницею, що грубе позиціонування здійснюється датчиком Д1.

Таким же чином здійснюється позиціонування з використанням оптичних датчиків (рис. 18.16).



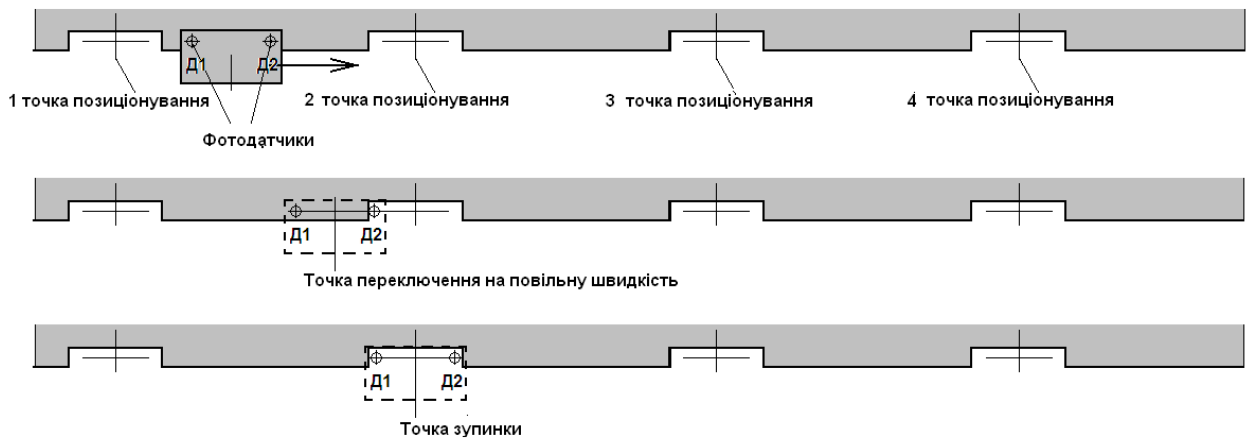


Рис. 18.16. Позиціонування з використанням оптичних датчиків

Завдання до практичних занять

На рис. 18.17 показана послідовність переміщень для встановлення та зняття вантажу з полиці. При цьому визначимо такі позначення: n – верхній рівень стелажу, i – поточний рівень стелажу.

Треба визначити позиції для точок переміщення по вертикалі з вихідної точки в позиції встановлення та зняття вантажу (відстань у мм та відповідна кількість імпульсів датчика) для значень $S_y = H_c$, що були отримані для відповідних завдань практичних занять у розділі 3 з урахуванням наведених додаткових даних.

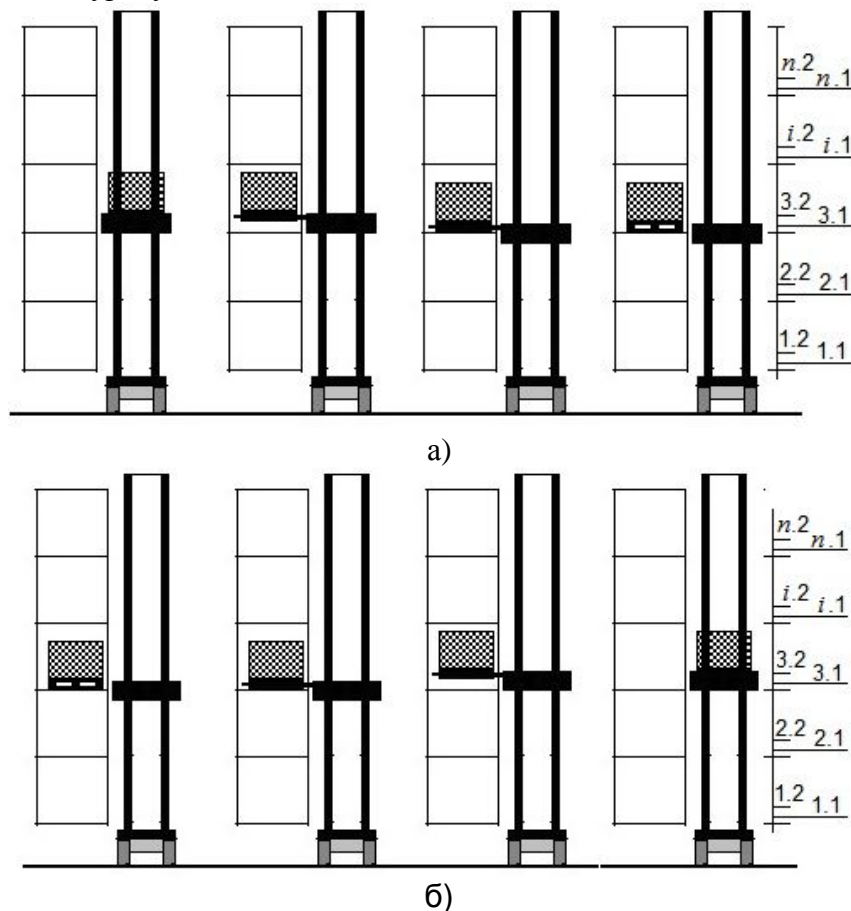


Рис. 18.17. Послідовність переміщень для встановлення (а) та зняття (б) вантажу з полиці

Найменування	Варіанти завдань						
	1	2	3	4	5	6	7
Роздільна здатність датчика імп./об.	1000	1024	1250	1500	2000	2048	2500
Радіус барабана R	125	115	130	110	105	100	120

Результати занести в табл. 18.1.

Табл. 18.1

№ рівня	Точки для встановлення та зняття вантажу		Позиція (кількість імпульсів)
	№ точки	мм	
1	1.1	0	0
	1.2		
2	2.1		
	2.2		
...			
i	i.1		
	i.2		
...			
n	n.1		
	n.2		

Приклад розв'язання задач з теми заняття

Розрахуємо вертикальні розміри стелажу для вантажу з $H = 600$.

Отримаємо:

$$S_y = H_C = H + h + \Delta H = 600 + 100 + 0,2 * 600 = 820 \text{ мм,}$$

$$n_H = (H_{L \text{ макс}} L - S) / H_C = (10000 - 300) / 820 = 11.$$

Якщо роздільна здатність датчика $n_d = 1024$ імп./об, а радіус барабана $R = 115$ мм, отримаємо відстань, яку проходить канат за одне обертання барабана (датчика):

$$s_d = 2 \pi R = 2 \pi 115 = 722,6 \text{ мм.}$$

Якщо відстань між рівнями стелажу дорівнює S_y , а кількість імпульсів на одне обертання датчика дорівнює n_d , то кількість імпульсів n_y при переміщенні від одного рівня на наступний дорівнює:

$$n_y = n_d S_y / s_d = 1024 820 / 722,2 = 1163 \text{ імп.}$$

Різниця між рівнями переміщення для встановлення та зняття вантажу (між точками *i.2* і *i.1*) ΔS складає 50% від зазору між вантажем і верхньою балкою комірки. Кількість імпульсів для переміщення між рівнями для встановлення та зняття вантажу Δn дорівнює:

$$\Delta n = n_d \Delta S / s_d = 1024 60 / 722,2 = 85 \text{ імп.}$$

Вихідною позицією при переміщенні по вертикалі є точка 1.1 на рівні 1, яка відповідає позиції 0. На цьому рівні лічильник імпульсів скидається в 0. Позиція n (*i.1*) для переходу на рівень *i.1* (зняття вантажу) та позиція n (*i.2*) для переходу на рівень *i.2* (встановлення вантажу) відповідно дорівнюють:

$$n(i.1) = (i - 1) n_y,$$

$$n(i.2) = (i - 1) n_y + \Delta n.$$

Отримані значення для $n(i.1)$ та $n(i.2)$, а також відстань у мм та відповідна кількість імпульсів датчика наведені в табл. 18.2.

Табл. 18.2

№ рівня	Точки для встановлення та зняття вантажу		Позиція (кількість імпульсів)
	№ точки	мм	
1	1.1	0	0
	1.2	60	85
2	2.1	820	1163
	2.2	880	1248
3	3.1	1640	2346
	3.2	1700	2411
4	4.1	2460	3489
	4.2	2520	3574
5	5.1	3820	4652
	5.2	3880	4737
6	6.1	4100	5815
	6.2	4160	5900
7	7.1	4920	6978
	7.2	4980	7063
8	8.1	5740	8141
	8.2	5800	8226
9	9.1	6560	9304
	9.2	6620	9389
10	10.1	7380	10467
	10.2	7440	10552
11	11.1	8200	11630
	11.2	8260	11715

Контрольні запитання

1. Які задачі вирішують системи позиціонування?
2. Де треба здійснити позиційне керування у крана-штабелера?
3. Чим відрізняються контактні та безконтактні датчики?
4. В чому полягає принцип роботи індуктивних датчиків?
5. В чому полягає принцип роботи оптичних датчиків?
6. В чому полягає принцип роботи фотоімпульсних датчиків?
7. Як здійснюється позиціонування за допомогою контактних датчиків?
8. Як здійснюється позиціонування за допомогою індуктивних та оптичних датчиків?
9. Як здійснюється позиціонування за допомогою фотоімпульсних датчиків?
10. Як здійснюється встановлення вантажу на стелаж?

19 Програмовані логічні контролери в системах керування складським обладнанням

19.1 Програмовані логічні контролери як основа керування

В даний час для керування складським обладнанням широко використовуються багаторівневі комплексні системи керування, які мають комп'ютерні пристрої на різних рівнях. Наприклад, сучасні датчики можуть мати вмонтовані пристрої обробки даних, а приводи - вмонтовані пристрої керування.

Системи обробки даних та керування можна розділити на спеціалізовані та універсальні. Спеціалізовані комп'ютерні пристрої призначені для рішення певних завдань і мають вбудоване програмне забезпечення, а їх налаштування як правило здійснюється шляхом встановлення параметрів. До таких систем належать, наприклад, частотні перетворювачі, які мають декілька сотень параметрів. Користувач в таких пристроях не має доступу до програми.

Універсальні системи мають тільки системне програмне забезпечення, яке здійснює функціонування системи.

Програма керування та обробки даних складається за допомогою систем проектування, які використовують мови програмування, або програмні комплекси для проектування, програмування та обслуговування. У такому разі програма може виконуватись після завантаження у пристрій керування.

Спеціалізовані пристрої обробки даних та керування найчастіше будуються як автономні системи з визначеною структурою.

Складні універсальні пристрої керування будуються по модульному принципу. Це дає можливість створювати таку систему керування, яка має структуру та параметри відповідно з заданим алгоритмом керування.

Найчастіше універсальні пристрої керування будуються на основі так званих програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Система керування може бути централізованою, децентралізованою або розподіленою.

Централізована система керування має один процесорний модуль, який виконує усі функції керування і може бути виконана у вигляді компактного блоку або за модульним принципом.

Окремі так звані функціональні модулі можуть мати умонтований процесор, що дає можливість виконувати свої функції незалежно від процесорного модуля, який здійснює тільки загальне керування таким модулем. Такими модулями можуть бути модулі позиціонування та регулювання.

Централізована система керування виконується у вигляді моноблоку або розташовується у одній шафі керування.

Централізована система керування може мати децентралізовані периферійні модулі, які підключаються за допомогою локальної обчислювальної мережі і окремі її модулі (децентралізована периферія) можуть бути віддалені від процесорного модуля на декілька сотень метрів (в залежності від локальної мережі).

Розподілена система керування складається з декількох систем керування, які об'єднуються у єдину систему керування за допомогою локальних мереж (рис. 19.1).

На рис. 19.2 наведений приклад апаратних компонент комплексної системи керування складом, яка складається з пристроїв керування штабелерами, децентралізованих модулів керування конвеєрами, головного пристрою керування, до якого підключені децентралізовані модулі керування конвеєрами та інші пристрої керування за допомогою локальних мереж.

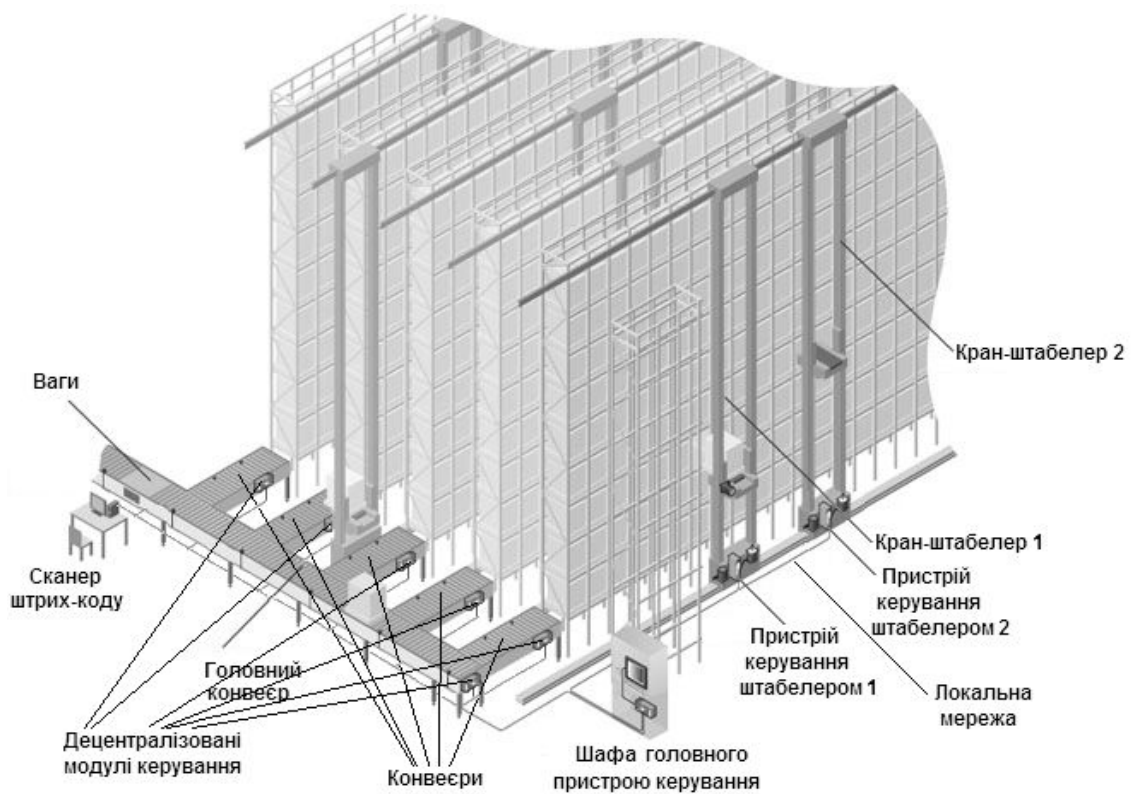


Рис. 19.1. Розподілена система керування складом

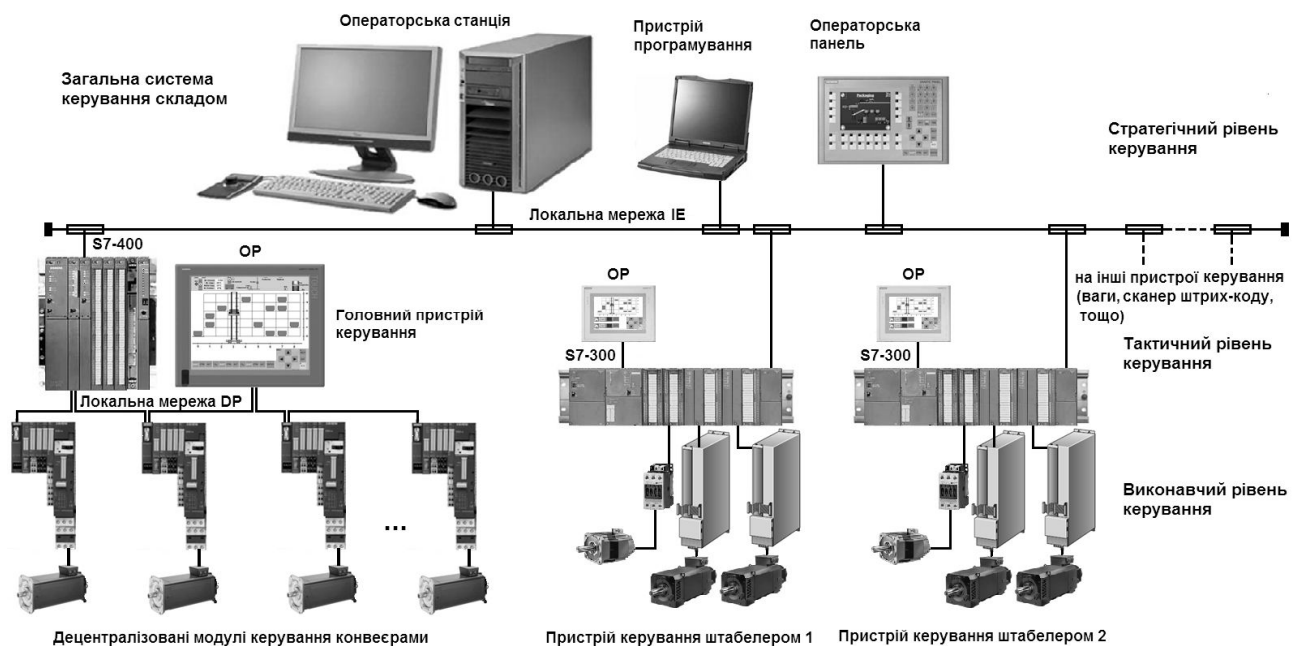


Рис. 19.2. Приклад апаратних компонент комплексної системи керування складом

Для комплексних системи керування можна відрізнити декілька рівнів ієрархії керування, кількість яких залежить від складності системи.

На самому нижньому першому рівні знаходяться системи обробки інформації датчиків та системи керування виконавчими пристроями. Характеристики цього рівня визначають для окремих пристроїв властивості динаміки та точності, тому цей рівень

називається виконавчим. На цьому рівні використовуються як правило децентралізовані модулі та вмонтовані пристрої керування.

Другий рівень здійснює функції локального керування, яка реалізує програмне керування окремими пристроями, що входять до складу локальної системи керування. На цьому рівні здійснюється збір інформації з датчиків, їх обробка та видача керуючих впливів на виконавчі пристрої, а також вирішуються завдання тактичного керування, наприклад, керування переміщення по окремих осях або переміщення виконавчого пристрою. На цьому рівні використовуються ПЛК.

На третьому рівні здійснюється керування рухом з урахуванням інформації про стан складу та керуючих вказівок про наявність та переміщення товару, тому на цьому рівні реалізується принцип стратегічного керування, який найчастіше здійснюється за допомогою промислових комп'ютерів.

На цьому рівні можуть використовуватися складні датчики зовнішньої інформації, наприклад, технічний зір, та пристрої відображення стану технологічного процесу та введення даних у вигляді операторських панелей та операторських станцій.

Пристрій програмування, встановлений на цьому рівні, дає можливість вирішувати задачі діагностики по пошуку програмних та апаратних помилок, а також у разі потреби вносити зміни в програми окремих пристроїв керування.

На четвертому рівні окремі локальні системи керування об'єднуються у комплексну систему керування за допомогою локальних та глобальних обчислювальних мереж і так далі. Практично в системах керування функції рівнів можуть переплітатись, тому ієрархія керування в певній мірі є умовною.

Основою комплексних систем керування, як це впливає з рис. 19.2, є програмовані логічні контролери, оскільки вони реалізують усі алгоритми керування окремими пристроями.

19.2 Структура та склад програмованих логічних контролерів

Сучасні системи програмного керування частіше усього будуються на основі програмованих контролерів широкого призначення. Такі системи керування включають, як правило, системи автоматизації для вирішення питань керування різного рівня та побудовані по модульному принципі. Програмне забезпечення таких систем керування об'єднує засоби визначення конфігурації системи автоматизації, установки параметрів і програмування на основі пристроїв, що програмують, сумісних із персональними комп'ютерами.

Відміна керуючих пристроїв від персональних комп'ютерів накладає вимоги до структури обчислювальних пристроїв, які лежать у їх основі. Так програмне забезпечення персональних комп'ютерів знаходиться у зовнішній пам'яті, а у керуючих пристроїв у внутрішньої пам'яті. Пристрої вводу-виводу керуючих пристроїв призначені для підключення дискретних та аналогових сигналів, кількість яких може досягати сотні та тисячі у складних систем керування. Спілкування з оператором може здійснюватись за допомогою простих пристроїв (на основі кнопок та світлових індикаторів), або так званих операторських станцій (промислові персональні комп'ютери).

Програмовані контролери поділяються на системи керування низького, середнього та високого рівня складності. Системи керування низького рівня вирішують прості задачі керування. Кількість вхідних та вихідних сигналів у таких систем не перевищує двох – трьох сотень. Системи керування середнього рівня вирішують більш складні задачі керування. Кількість вхідних та вихідних сигналів у таких систем не перевищує одну – дві тисячі. Системи керування високого рівня вирішують найбільш складні задачі керування. Кількість вхідних та вихідних сигналів у таких систем може досягати десятки тисяч.

Системи автоматизації усіх рівнів будуються по модульному принципу. При цьому ПЛК можуть виконуватись як компактні контролери, де процесорний модуль має

вмонтовані пристрої вводу/виводу та в разі потреби можуть розширюватися шляхом підключення додаткових модулів. Системи автоматизації складаються з центрального (процесорного) модуля, блока живлення, і різноманітних модулів вхідних та вихідних сигналів (сигнальні модулі), функціональних модулів, які виконують свої функції незалежно від процесорного модуля, а також комунікаційні процесори, за допомогою яких здійснюється зв'язок з іншими ПЛК та підключення до локальних мереж

Існують такі типи модулів:

- блоки живлення (PS), які здійснюють функції живлення усієї системи перетворюючи напругу з мережі у потрібні постійні напруги;
- процесорні модулі (CPU);
- сигнальні модулі (SM), що забезпечують підключення цифрових і аналогових вхідних та вихідних сигналів;
- функціональні (інтелектуальні) модулі (FM), що виконують визначені функції незалежно від процесорного модуля, наприклад модулі позиціонування і регулювання;
- комунікаційні процесори (CP), що здійснюють зв'язок системи керування з іншими пристроями, у тому числі з операторськими станціями і промисловими мережами;
- інтерфейсні модулі (IM), що забезпечують зв'язок між окремими рядами у випадку багаторядної побудови системи автоматизації;
- модулі імітації та діагностики.

Кожен модуль має декілька варіантів, що дозволяє вибрати оптимальну за можливостями та вартістю конфігурацію системи керування.

Блоки живлення відрізняються за максимальним струмом споживання.

Процесорні модулі представляють собою завершений обчислювальний пристрій з процесором, пам'яттю, та пристроями введення-виведення. Сімейство пристроїв керування як правило має набір процесорних модулів з різними можливостями програмного забезпечення, швидкодії, розміру пам'яті та можливостями підключення до мереж зв'язку. Це дозволяє вибрати оптимальне рішення для реалізації заданого алгоритму керування.

Структура процесорних модулів відрізняється від структури персональних комп'ютерів. Вони потребують значно менші обсяги пам'яті, тому програма зберігається не у зовнішніх носіях, а у постійній пам'яті (як правило це пам'ять з електричним перезаписом – FLASH пам'ять). Та частина програми, яка виконується та дані зберігаються у оперативній пам'яті. Ця пам'ять теж значно менша, ніж у персональних комп'ютерів.

Пристрої введення-виведення призначені для підключення додаткових модулів за допомогою системної магістралі, та зовнішніх пристроїв за допомогою локальних мереж, наприклад, програмуючого пристрою, або іншого контролера.

Компактні процесорні модулі мають вмонтовані входи та виходи для підключення дискретних та аналогових сигналів, а також можуть виконувати додаткові технологічні функції, наприклад, обслуговування сигналів переривання, функції швидкодіючих лічильників, вимірювання частоти, функції позиціонування та регулювання тощо.

Сигнальні модулі поділяються на дискретні та аналогові модулі вхідних та вихідних сигналів. Дискретні модулі вхідних сигналів використовують сигнали постійного струму 24 В та змінного струму 120/220 В. Дискретні модулі вихідних сигналів дозволяють використовувати такі ж самі сигнали, але з різним струмом навантаження (0,5, 1, 2, 4 А). Крім того вони відрізняються кількістю входів (8, 16, 32, 64) та виходів (4, 8, 16, 32). Аналогові модулі мають різні вхідні та вихідні сигнали: напругу, струм, опір. Модулі дискретних та аналогових входів та виходів можуть забезпечити гальванічну розв'язку по входах та виходах.

Функціональні модулі відрізняються як функціями (лік, позиціонування і регулювання) так і кількістю каналів. Лічильні модулі призначені для підрахунку імпульсів фотоімпульсних датчиків і вимірюють позицію або швидкість переміщення і можуть використовуватись для простих систем позиціонування. Модулі позиціонування призначені для створення систем позиціонування з різними виконавчими пристроями та датчиками зворотного зв'язку для позиціонування з однією або багатьма (до 4) осями. Такі модулі можуть виконувати функції позиційного та контурного керування роботом з використанням різних методів лінійної та колової інтерполяції. Модулі регулювання призначені для одно або багатоканального регулювання. Для цього використовуються ПІД та ФАЗІ-регулятори.

Комунікаційні процесори здійснюють зв'язок системи керування з іншими пристроями по різних каналах зв'язку, наприклад, точка до точки, PROFIBUS та Industrial Ethernet.

19.3 Особливості програмованих логічних контролерів різного рівня складності

Системи керування низького рівня будуються як компактні контролери та мають вигляд окремого пристрою, який включає процесор та умонтовані входи та виходи. Вони здатні самостійно вирішувати прості задачі керування.

Розглянемо окремі ПЛК низького рівня.

Контролери LOGO! представляють собою самий простий керування, який ще називають інтелектуальною клемою. LOGO! - це універсальний логічний модуль, який має компактну або модульну структуру (рис. 19.3).

Компактна структура має вмонтовані цифрові входи та виходи. Вони можуть мати 6 входів та 4 виходи.

Модульна структура має дає можливість за потребою підключати додаткові модулі, які збільшують кількість входів та виходів. Крім того є модулі аналогових входів (2 входу 0 -10 В, або 0 -20 мА) та комунікаційні модулі, за допомогою яких можна підключитися до локальних мереж.

Важливою відзнакою логічного модуля LOGO! є можливість програмування за допомогою вмонтованого дисплея (панелі індикації) та кнопок без додаткових програмуючих пристроїв.

Для більш комфортного програмування використовується програмний продукт LOGO!Soft Comfort, за допомогою якого можна скласти програму у графічному редакторі (контактна та функціональна форма представлення програми), перевірити її на програмному симуляторі (програмній моделі), а потім завантажити в контролер для виконання.



Рис. 19.3. Контролер LOGO! з додатковими модулями та операторською панеллю

Для більш складних задач на нижньому рівні використовуються компактні програмовані логічні контролери (ПЛК), наприклад, SIMATIC S7-1200 (рис. 19.4).

Процесорні модулі ПЛК SIMATIC S7-1200 мають вмонтовані входи та виходи, кількість яких залежить від типу процесорного модуля, і таким чином являють собою компактні ПЛК.

У разі потреби до процесорних модулів підключаються допоміжні модулі, а саме, модулі дискретних та аналогових входів та виходів, функціональні модулі та комунікаційні модулі. До складу функціональних модулів входять модулі позиціонування та модулі зважування.



Рис. 19.4. ПЛК SIMATIC S7-1200

ПЛК для задач середнього і високого рівня складності крім простих сигнальних модулів мають інтелектуальні функціональні модулі, здатні самостійно вирішувати задачі регулювання, позиціонування, дозування і т.д.

На рис. 19.5 наведена структура ПЛК SIMATIC S7-300.

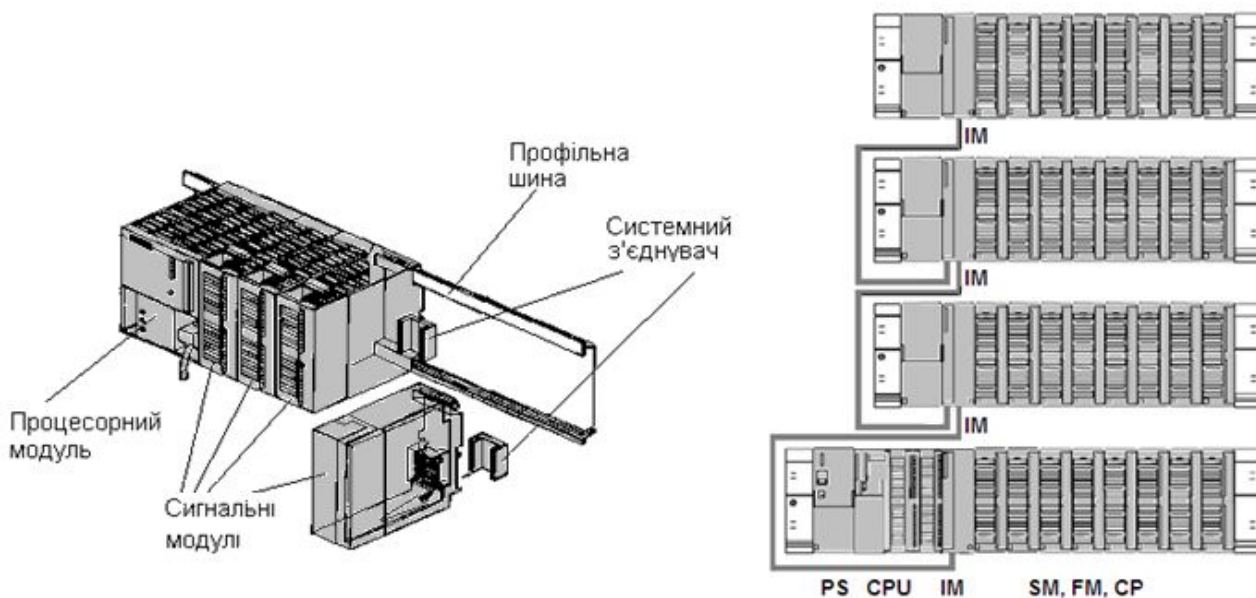


Рис. 19.5. Програмований логічний контролер S7-300, побудований за модульним принципом з можливістю використання багаторядної структури

ПЛК складається з модулів, які встановлюються на профільну шину (носій модулів). На один носій модулів можна встановити до 8 модулів. Для підключення модулів до системного інтерфейсу використовуються системні з'єднувачі.

У разі потреби може використовуватися побудова системи автоматизації з двома, трьома або чотирма рядами (на рис. 19.5 справа). При цьому використовуються спеціальні інтерфейсні модулі підключення ІМ. Загальна кількість модулів 32.

На рис. 19.6 наведені модулі ПЛК SIMATIC S7-300 (рис. 13.7). Зв'язок центрального і периферійних модулів здійснюється за допомогою системної шини (системний з'єднувач), що забезпечує передачу адрес, даних і керуючих сигналів.



Рис. 19.6. Модулі програмованих логічних контролерів SIMATIC S7-300

Для вирішення задач керування складським обладнанням можна використовувати функціональні модулі, які здійснюють функції керування рухом (лік, позиціонування).

Лічильні модулі призначені для підрахунку імпульсів фотоімпульсних датчиків і вимірюють позицію або швидкість переміщення і можуть використовуватись для простих систем позиціонування роботів.

Модулі позиціонування призначені для створення систем позиціонування з різними виконавчими пристроями та датчиками зворотного зв'язку для позиціонування з однією або багатьма (до 4) осями. Такі модулі можуть виконувати функції позиційного та контурного керування роботом з використанням різних методів лінійної та колової інтерполяції.

Наприклад, модуль позиціонування FM353 контролера S7-300 здійснює керування одним кроковим двигуном.

Модуль позиціонування FM357-2 має чотири канали та здійснює позиційне або контурне керування кроковими чи серводвигунами (рис. 19.7). Цей модуль має також 4 вимірювальних входів для підключення датчиків положення.

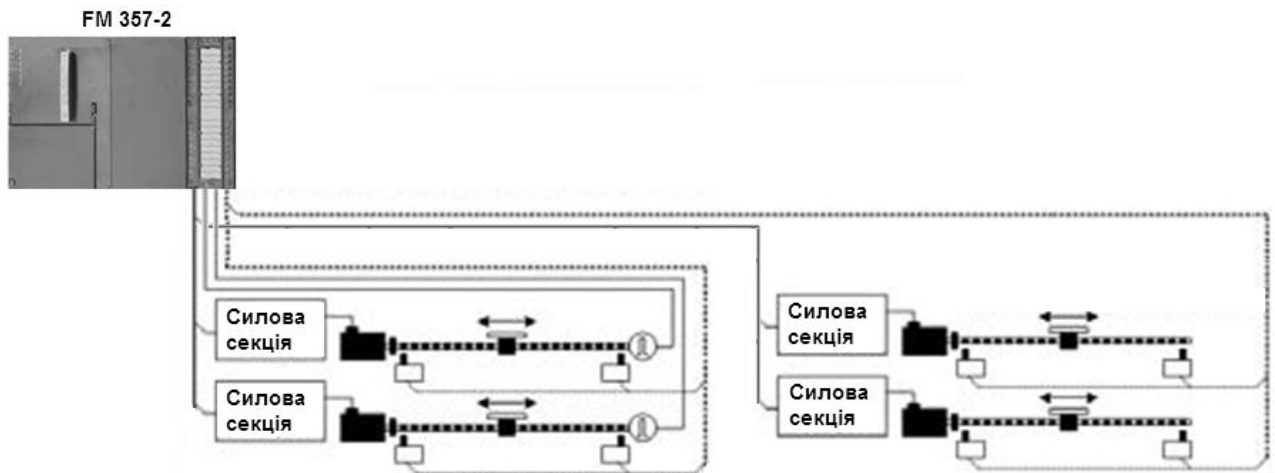


Рис. 19.7. Модуль позиціонування FM357-2

ПЛК SIMATIC S7-400 (рис. 19.8) має такі ж модулі, як ПЛК SIMATIC S7-300, але відрізняється більшою функціональністю.

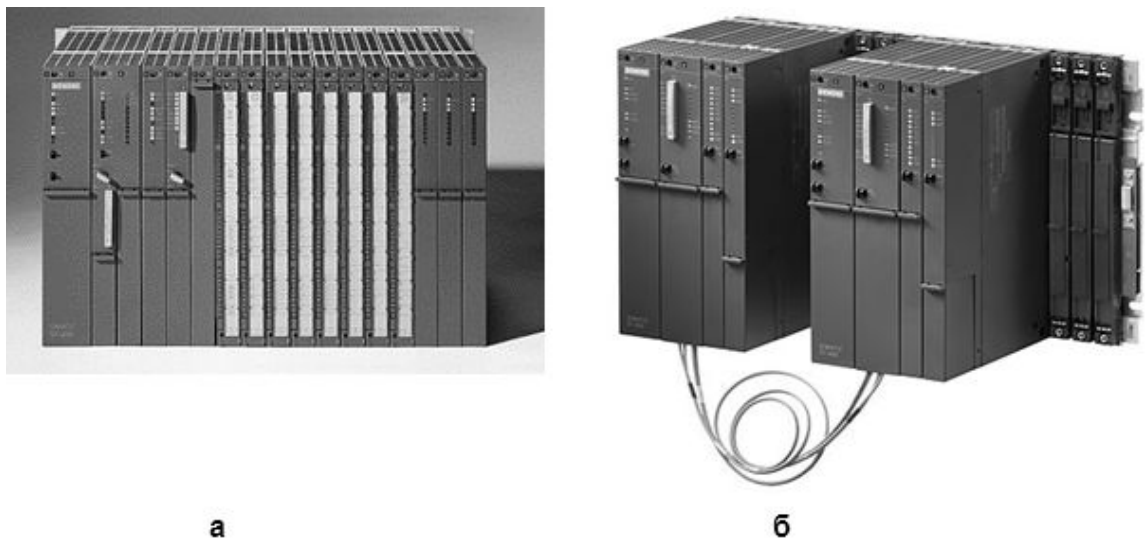


Рис. 19.8. ПЛК SIMATIC S7-400

Крім основного носія модулів SIMATIC S7-400 може мати до 20 додаткових носіїв модулів з максимальною відстанню до 600 м.

У складі SIMATIC S7-400 є процесорні модулі, які використовуються в звичайних ПЛК (рис. 19.8,а).

Для вирішування складних задач може використовуватись багатопроцесорна конфігурація (кілька процесорних модулів на одному носії модулів).

Крім того є процесорні модулі для використання в системах керування з резервуванням (рис. 19.8,б). У разі виходу з ладу одного процесорного модуля керування бере на себе другий процесорний модуль, що значно підвищує рівень надійності систем керування та забезпечує безперервну роботу обладнання.

19.4 Системи розподіленого вводу-виводу

Програмовані контролери SIMATIC фірми Сименс дозволяють створювати розподілені системи автоматичного управління, в яких використовується децентралізована периферія (станції розподіленого вводу-виводу) SIMATIC ET 200. Ці

структури управління дозволяють забезпечити високу гнучкість, ефективність, простоту і зручність обслуговування систем автоматизації.

Компоненти SIMATIC дозволяють створювати системи розподіленого вводу-виводу на основі промислових мереж PROFINET, PROFIBUS і AS-Interface. Для всіх перерахованих мереж випускається досить широка гамма різного периферійного обладнання.

В програмованих контролерах SIMATIC не існує відмінностей між системами локального і розподіленого вводу-виводу.

Для конфігурування, налаштування параметрів, діагностики, обслуговування та підготовки технічної документації по системам локального і розподіленого вводу-виводу використовується один і той же програмне забезпечення.

Всі операції можуть виконуватися дистанційно з одного програматора, підключеного до будь-якій точці мережі PROFIBUS, PROFINET або Industrial Ethernet. Для звернення до входів та виходів систем локального і розподіленого вводу-виводу в програмі користувача використовуються одні й ті ж методи адресації.

Існують системи розподіленого вводу-виводу для установки в шафи управління, наприклад, ET200S і для установки поза шаф управління, наприклад, ET200pro.

Зовнішній вигляд системи розподіленого вводу-виводу ET200S та ET200pro наведений на рис. 19.9.

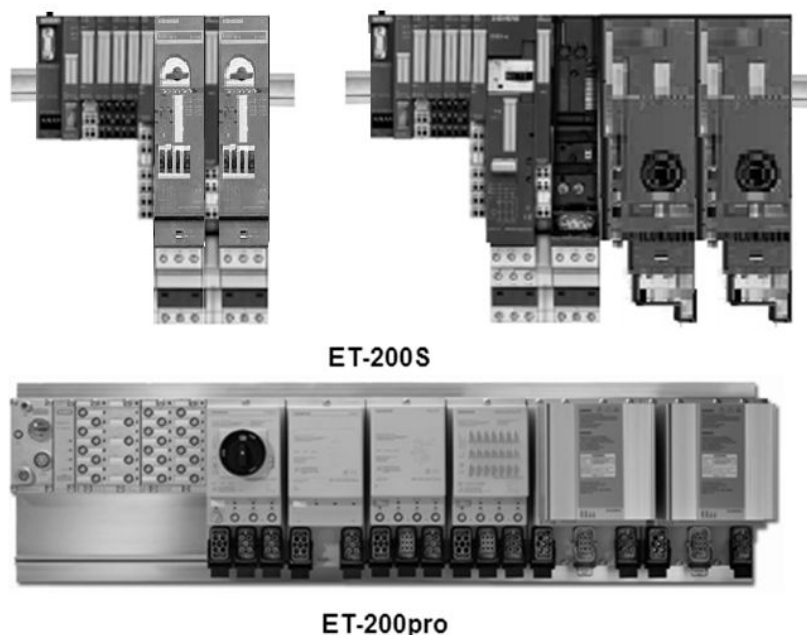


Рис. 19.9. Зовнішній вигляд системи розподіленого вводу-виводу ET200S та ET200pro

Системи розподіленого вводу-виводу для установки в шафи управління ET200S використовуються у складі програмованих контролерів SIMATIC S7-300/S7-400/WinAC, що базуються на промислових мережах PROFIBUS DP або PROFINET IO.

Великий спектр модулів різного призначення дозволяє оптимально адаптувати станції ET200S до вимог різних задач керування складським обладнанням. Інтерфейсні модулі забезпечують можливість безпосереднього підключення станції до електричних або оптичних каналів зв'язку PROFIBUS DP, а також електричними каналами зв'язку Industrial Ethernet, виконувати попередню обробку даних на рівні станції, забезпечувати підтримку профілю PROFISafe в розподілених системах автоматичної безпеки.

При роботі в системах розподіленого вводу-виводу програмованих контролерів S7-400 забезпечується підтримка функцій "гарячої" заміни як електронних, так і силових модулів

SIMATIC ET200S може включати в свій склад:

- інтерфейсний модуль IM 151 для підключення станції до мережі PROFIBUS DP або PROFINET IO і підтримки обміну даними з провідним мережевим пристроєм;
- електронні модулі вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів;
- технологічні модулі для вирішення завдань позиціонування, зважування, швидкісного рахунку, обміну даними через послідовні канали зв'язку і т.д;
- фідери навантаження, призначені для комутації трифазних ланцюгів змінного струму з навантаженням до 7.5 кВт (наприклад, для підключення двигунів);
- перетворювачі частоти потужністю до 4 кВт.

У загальній складності одна станція ET200S дозволяє встановлювати до 63 модулів різного призначення і дозволяє обслуговувати до 128 дискретних або до 64 аналогових каналів вводу-виводу. Обмін даними з провідним пристроєм в мережі PROFIBUS DP виконується зі швидкістю до 12 Мбіт/с, в мережі PROFINET IO - зі швидкістю 10/100 Мбіт/с.

Усі інтерфейсні модулі можна розбити на пасивні та активні.

Пасивні інтерфейсні модулі призначені для підключення ET200S до мереж PROFIBUS DP та PROFINET IO і підтримки обміну даними з ведучим DP пристроєм.

Активні або інтелектуальні інтерфейсні модулі IM 151-7 CPU підтримують всі функції пасивних інтерфейсних модулів і здатні виконувати попередню обробку даних на рівні станції. Ці модулі оснащені вбудованим центральним процесором, аналогічним за своїми характеристиками CPU 314.

Система розподіленого вводу-виводу для установки поза шаф управління ET200pro призначена для побудови систем розподіленого вводу-виводу на основі PROFINET IO і PROFIBUS DP, має ступінь захисту IP65/IP66/IP67 і може монтуватися на кероване обладнання без використання шаф управління. Ці станції також мають активні або інтелектуальні інтерфейсні модулі.

У складі станції допускається використовувати електронні модулі введення і виведення дискретних і аналогових сигналів, силові модулі, модулі систем ідентифікації об'єктів МОВУ, а також модулі систем автоматики безпеки і протиаварійного захисту PROFIsafe.

Силові модулі ET200pro FC виконують функції перетворювачів частоти і здатні керувати роботою 3-фазних асинхронних електродвигунів потужністю до 1.1 кВт.

Станція має високу стійкість до механічних впливів і здатна зберігати працездатність при вібраційних навантаженнях з прискоренням до 5g, а також ударних навантаженнях з прискоренням до 25g.

У разі використання у складі комплексних систем керування мобільних пристроїв використовуються розподіленої системи керування з бездротовим зв'язком, наприклад, на основі інтерфейсного модуля IM 154-6 PN IWLAN системи розподіленого вводу-виводу ET200pro, який підтримує обмін даними між станцією ET200pro і контролером PROFINET IO через IWLAN (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Приклад розподіленої системи керування з використанням бездротового зв'язку

Контрольні запитання

1. На які типи можна поділити системи керування виходячи з розподілення функцій керування?
2. Які особливості має централізована система керування?
3. Які особливості має децентралізована система керування?
4. Які особливості має розподілена система керування?
5. На які рівні можна поділити комплексну систему керування?
6. Які типи модулів використовують системи автоматизації?
7. Які функції виконують сигнальні модулі?
8. Які функції виконують функціональні модулі?
9. Чим відрізняються ПЛК різного рівня складності?
10. З чого складаються системи розподіленого вводу-виводу?

20 Засоби проектування програмованих логічних контролерів

20.1 Програмні засоби проектування програмованих логічних контролерів

Програмовані логічні контролери реалізують алгоритм керування за допомогою програми. На відміну від персональних комп'ютерів програма в ПЛК проектується один раз, а зміни в програмі здійснюються тільки у разі зміни технологічного процесу. Тому в складі ПЛК немає засобів проектування, а самі програмовані логічні контролери представляють собою так звану систему виконання.

Система проектування використовується тільки на етапах проектування апаратних та програмних компонент пристрою керування, налагодження програми та діагностики в процесі роботи.

Таким чином у системах керування поділяють системи виконання (ПЛК, операторська панель) та системи проектування (додаткові засоби проектування). У ролі систем керування найчастіше використовують персональні комп'ютери з відповідним програмним забезпеченням та засобами підключення до ПЛК (рис. 20.1).



Рис. 20.1. Системи проектування та виконання

Різні ПЛК мають різні програмні засоби проектування, але найчастіше вони складаються з засобів проектування апаратних компонент, засобів проектування програмних компонент пристрою керування, засобів налагодження програми, введення пристрою керування в дію та діагностики, а також пошуку помилок програми та несправностей апаратних компонент.

Оскільки ПЛК мають модульну структуру, то проектування апаратних компонент зводиться до вибору тих модулів, які спроможні вирішити поставлену задачу. Цей етап представляє собою вибір конфігурації ПЛК. Після цього треба здійснити налагодження окремих модулів за допомогою встановлення потрібних параметрів.

Таким чином засоби проектування апаратних компонент системи керування вирішують дві задачі: вибір конфігурації та встановлення параметрів.

Проектування програмних компонент здійснюється за допомогою мов програмування або з використанням так званих майстрів (асистентів) складання програми.

У першому випадку програма складається з послідовності команд або функцій.

Якщо використовуються графічні форми представлення програми, то команди та функції подають у вигляді релейно-контактних або функціональних схем.

При використанні майстрів складання програми програмування здійснюється у діалоговому режимі шляхом встановлення параметрів для готових програмних модулів.

За допомогою засобів налагодження програми, введення пристрою керування в дію та діагностики здійснюється налагодження програми в процесі її складання та на етапі введення в дію усього обладнання. В процесі експлуатації ці засоби використовують для пошуку помилок програми та несправностей апаратних компонент

Для прикладу розглянемо програмний пакет STEP7, призначений для проектування, програмування та обслуговування фірми Сименс. Цей пакет має модульну структуру та складається з базового пакету, який виконує основні дії, та додаткових пакетів, які інтегруються в базовий пакет при необхідності, наприклад, пакети для проектування операторських панелей, або виконавчих пристроїв. Для наглядного відображення структури проекти та простого переходу від однієї програми до другої використовується SIMATIC Manager (рис.20.2). Проект складається з однієї або декількох станцій (ПЛК) (у кожній станції є папка з програмними блоками), а також додаткових компонент, у даному випадку це частотний перетворювач та операторська панель, за допомогою який можна перейти до відповідних програм.

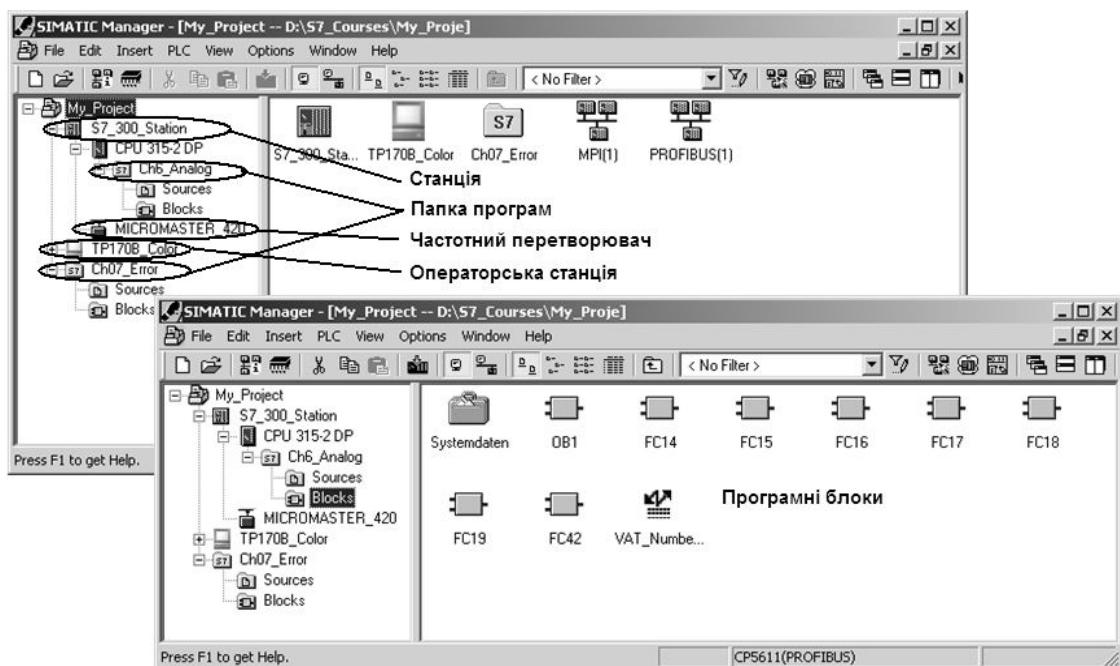


Рис.20.2. SIMATIC Manager

Для проектування апаратних компонент треба перейти до інструменту конфігурації (відкрити об'єкт "Станція"), після чого відкривається вікно конфігурації HW Config (рис. 20.3). Проектування здійснюється шляхом вибору відповідних модулів з каталогу. На початку треба вибрати носії модулів (RACK), а потім самі модулі.

Після вибору конфігурації треба встановити параметри окремих модулів. У деяких ПЛК параметри встановлюються за допомогою перемикачів на самих модулях, наприклад, початкової адреси модуля, типів та діапазони сигналів, з якими працює модуль (напруга чи струм та діапазони сигналів у модулів аналогових входів та виходів для ПЛК SIMATIC S7-200). У сучасних ПЛК середнього та високого рівня складності встановлення параметрів здійснюється програмних шляхом. На рис. 20.4. показано налагодження модулю аналогових входів шляхом встановлення параметрів за допомогою засобу HW Config.

Після компіляції отриманої конфігурації у папку програм відповідної станції поміщається системний блок Systemdaten, в якому знаходяться усі встановлені параметри.

Після завантаження програм у ПЛК центральний процесор передає ці параметри у відповідні модулі.

Після того як визначена конфігурація станції можна переходити до створення програм. Така послідовність визначається тим, що параметри, які встановлені у ході конфігурації, можуть використовуватись у програмі (наприклад, адреси, які призначені входам та виходам модулів).

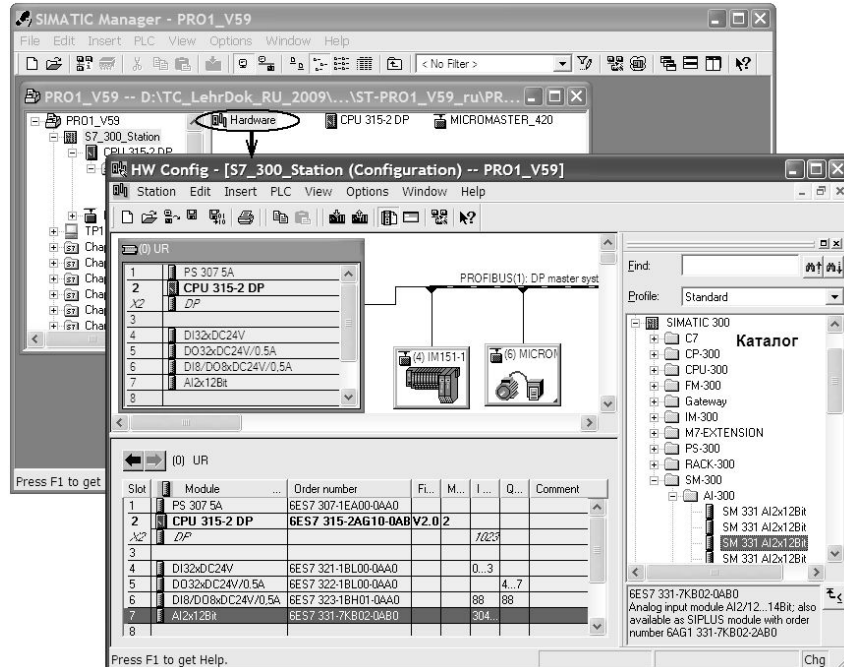


Рис. 20.3. Приклад вибору конфігурації для ПЛК SIMATIC S7-300 за допомогою засобу HW Config

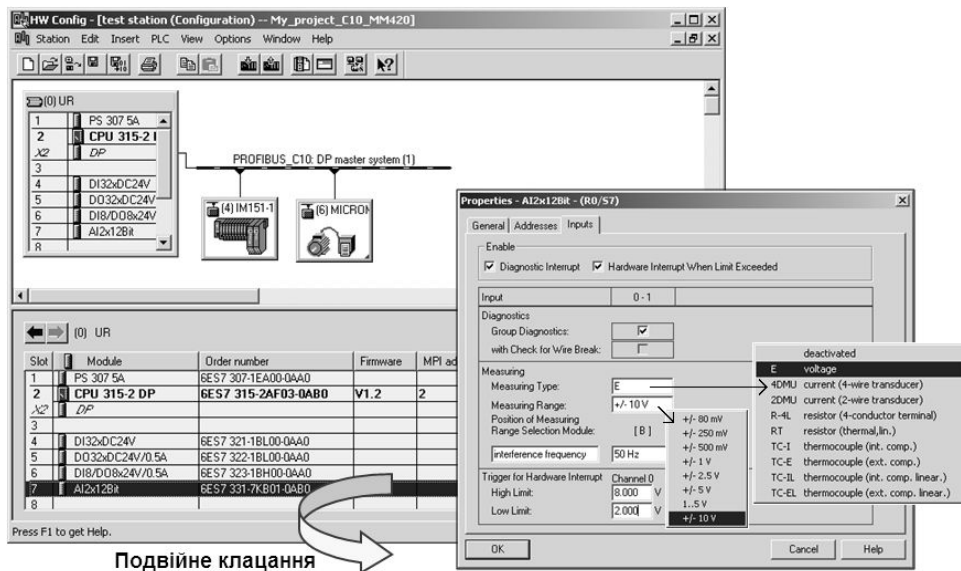


Рис. 20.4. Налаштування модулю аналогових входів шляхом встановлення параметрів за допомогою засобу HW Config

Розглянемо структуру програм на прикладі ПЛК SIMATIC S7-300/400.

У мові програмування промислових контролерів програми поділяються на блоки. Розрізняють програмні блоки, що містять команди для обробки сигналів (організаційні

блоки, функції та функціональні блоки), а також блоки, у яких зберігаються дані (блоки даних).

Організаційні блоки (ОВ) визначають режим роботи контролера, до яких належать циклове виконання програми, переривання програми за зовнішніми сигналами, переривання програми за часом та переривання для обробки помилок. Організаційні блоки викликаються операційною системою ПЛК.

Організаційні блоки викликають інші програмні блоки, до яких належать функції та функціональні блоки.

Функції (FC) та функціональні блоки (FB) вміщують окремі програмні модулі. При створенні цих блоків є можливість використовувати параметри замість фактичних адрес. Таким чином можна створити нові функції для подальшого використання у програмі. Це дозволяє значно спростити програму, оскільки увесь алгоритм керування можна поділити на окремі модулі керування різними пристроями.

Функціональні блоки мають можливість запам'ятовувати дані для подальшої обробки у додаткових блоках даних (DB).

Блоки даних призначені для збереження даних і поділяються на глобальні блоки даних, що обслуговують усю програму, а також екземплярні блоки у яких зберігаються дані функціональних блоків.

Структура програми та її виконання зображена на рис. 20.5.

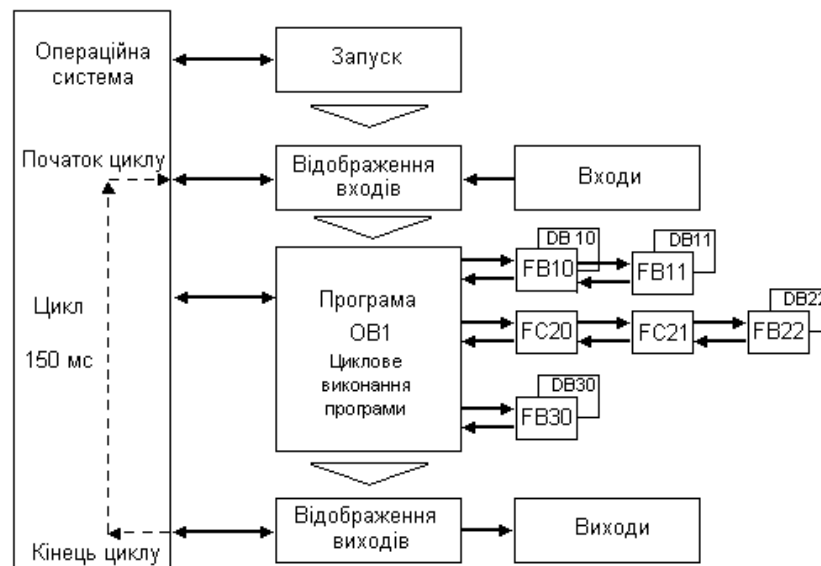


Рис. 20.5. Структура програми та її виконання

Процесор ПЛК виконує команди послідовно друг за другом. Після виконання останньої команди процесор починає виконувати першу команду. Виконання команд періодично повторюється, тому процесор реалізує циклічне виконання програми. Час, необхідний для одноразового виконання всіх команд, називається часом циклу. Процесор контролює тривалість циклу і, якщо вона перевищує деяку задану величину (по умовчанню 150 мс), переводить ПЛК у стан "STOP".

У ході виконання програми ПЛК не має доступу до вхідних та вихідних сигналів. На початку циклу проводиться опит вхідних сигналів та запис їх значень у пам'яті відображення входів. При кінці циклу з пам'яті відображення виходів проводиться запис значень сигналів на виходи. Тому тривалість циклу визначає швидкість ПЛК.

Існують такі основні форми представлення програми при програмуванні промислових контролерів (рис. 20.6):

- представлення у вигляді контактної плану (релейно-контактна схема),
- представлення у вигляді функціонального плану (функціональна схема),
- представлення у вигляді списку команд.

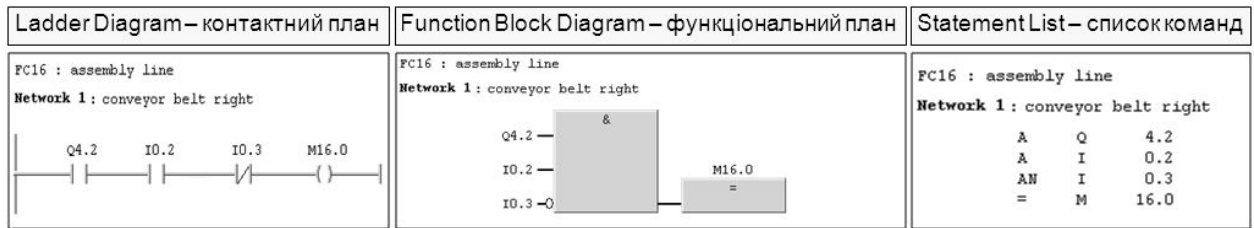


Рис. 20.6. Основні форми представлення програми при програмуванні промислових контролерів

Релейно-контактні і функціональні схеми дають зручне для оператора графічне уявлення алгоритму керування і не вимагають високого рівня підготовки у галузі обчислювальної техніки. Це дає можливість технологам приймати участь у розробці програми.

Представлення у вигляді послідовності команд найбільше близько до внутрішнього відображення керуючої програми в пристрої керування, тому воно найбільш часто використовується для системного програмування.

Для програмування систем автоматизації використовується язык (у даному прикладі STEP7), що надає користувачу всі три форми уявлення програм.

Сучасні програмовані логічні контролери (ПЛК) мають, крім логічних команд над двійковими числами, функції ліку (лічильники), часу (таймери) та функції математичної та логічної обробки чисел у різних форматах.

Для створення програм використовуються програмні редактори (рис. 20.7). Для контактної та функціональної планів у складі редактора є каталог команд, тому програмування здійснюється шляхом вибору відповідної команди та встановлення її у необхідне місце програми.

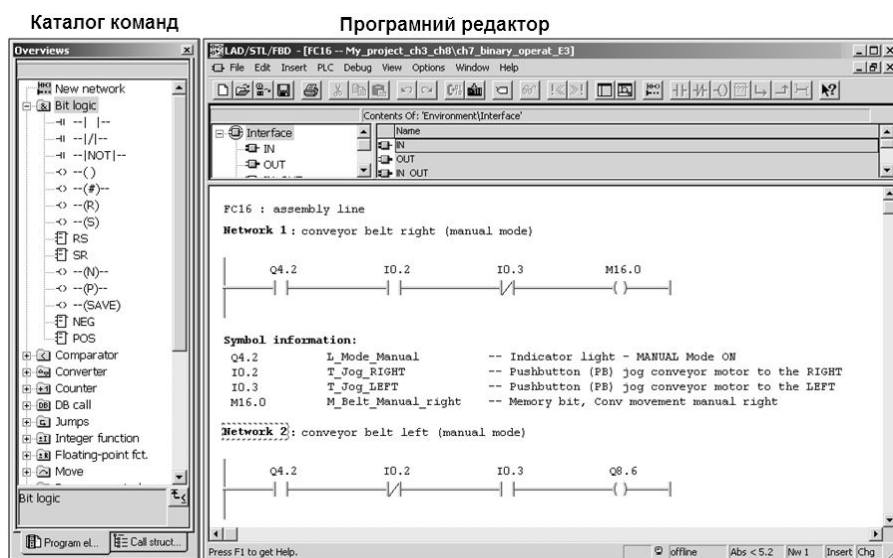


Рис. 20.7. Програмний редактор

У складі блоків є так звані функції та функціональні блоки. Особливістю таких блоків є можливість використовувати замість фактичних параметрів (входів, виходів, пам'яті) формальні параметри у вигляді позначень. При виклику такої функції або функціонального блока замість формальних параметрів треба підставити фактичні параметри (рис. 20.8). Це дає можливість при необхідності створити додаткові функції та використовувати їх у програмі.

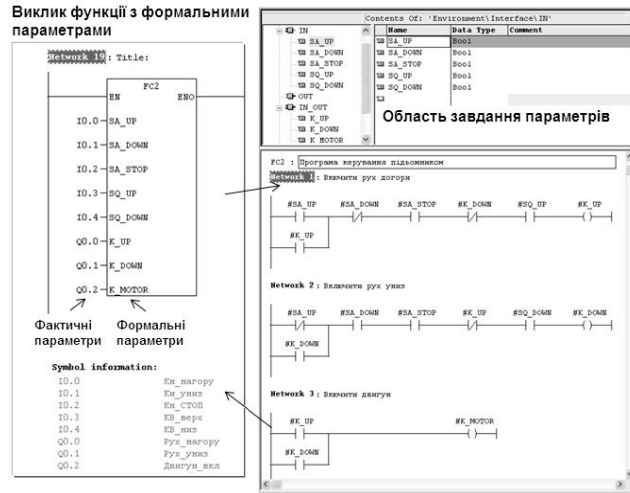


Рис. 20.8. Виклик функції з формальними параметрами

У складі мови програмування є велика бібліотека стандартних та системних функцій, наприклад, функцій для обміну даними у локальних мережах.

Програмовані логічні контролери призначені для керування промисловим обладнанням, де доводиться здійснювати переміщення різних механізмів, тому вони мають умонтовані функції керування рухом. Це може здійснюватись за допомогою відповідних функцій або за допомогою додаткових функціональних модулів.

До умонтованих засобів керування рухом можна віднести функції швидкого лічильника та функції формування імпульсних сигналів, а саме сигнали з широтно-імпульсною модуляцією для керування двигунами постійного струму або послідовності імпульсів з змінною частотою для крокових двигунів. Для регулювання різних приладів є функції ПІД-регулювання. На рис. 20.9 наведені приклади функцій опитування швидких лічильників (рис. 20.9, а) та формування сигналів з широтно-імпульсною модуляцією (рис. 20.9, б).



Рис. 20.9. Функції опитування швидких лічильників (а) та формування сигналів з широтно-імпульсною модуляцією (б)

20.2 Програмні засоби діагностики

Однією з важливіших задач при створенні систем керування є її налагодження та пошук помилок як на стадії проектування так і у період експлуатації. ПЛК SIMATIC S7 мають великий набір засобів для вирішення цієї задачі. На етапі складення програми для її перевірки досить складно використовувати апаратні компоненти системи автоматизації, тому є можливість перевірки програми за допомогою програмної моделі ПЛК S7-PLCSIM.

Це так званий симулятор, в якому можна визначити усі змінні реального ПЛК, такі як входи, виходи, пам'ять, таймери, лічильники, та моделювати різні режими роботи ПЛК, наприклад, режими запуску, переривання, реакцію на помилки тощо (рис. 20.10).

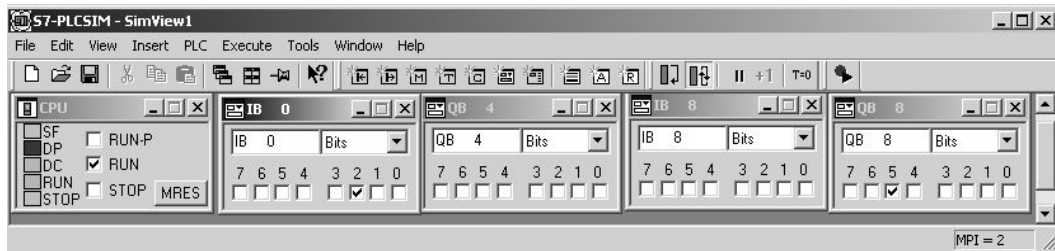


Рис. 20.10. Симулятор для ПЛК S7-PLCSIM

В симулятор можна завантажити програму та конфігурацію ПЛК, запустити її та простежити за реакцією ПЛК, а саме, як вона реагує на зміну входних змінних, що імітує сигнали датчиків, або як змінюється внутрішній стан ПЛК у часі, якщо працюють таймери і т.д. Крім цього є можливість перевірити стан змінних у самої програми незалежно від того, виконується вона у симуляторі, чи у реальному ПЛК.

Першою такою можливістю є перевірка стану програми (тестування програми). Після включення тестування програми для контактної та функціональної планів стан двійкових змінних буде визначений кольором – зелений для стану 1, та синій для стану 0. Числові змінні надаються у вигляді чисел з заданою формою відображення. Для послідовності команд усі змінні надаються у вигляді чисел (рис. 20.11).

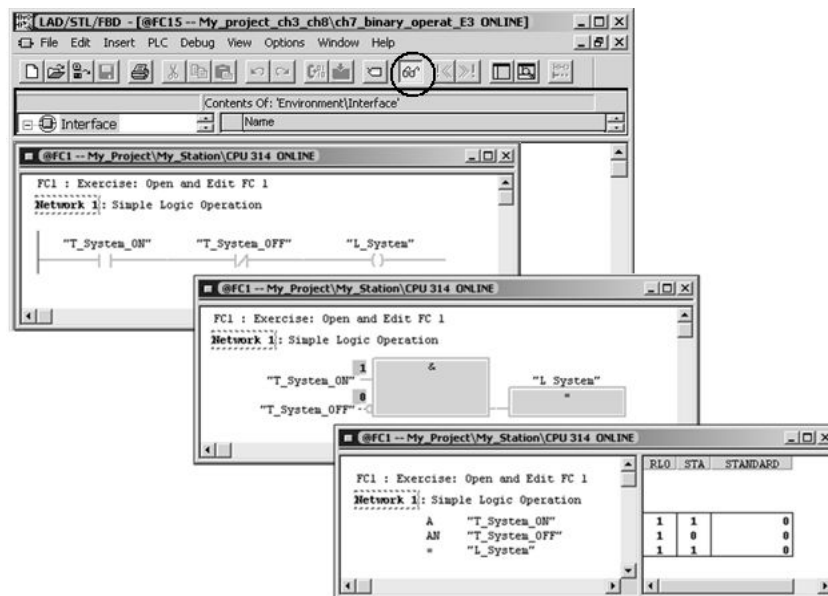


Рис. 20.11. Тестування програми

Друга можливість перевірки стану змінних надається у таблиці перегляду та модифікації змінних (рис. 20.12). У таблицю треба занести усі змінні з програми, стан яких треба переглядати. Ця таблиця дає можливість змінювати існуючі дані з метою перевірки їх впливу на виконання програми.

На стадії налагодження програми для складних систем автоматизації такі таблиці доцільно скласти окремо для всіх вузлів системи, які можна налагоджувати окремо.

Операційна система ПЛК у кожному циклі перевіряє правильність виконання програми та наявність апаратних та програмних помилок.

	Address	Symbol	Symbol comment	Display format	Status value	Modify value
1	Q 4.2	"L_MAN"	Manual Mode of Operation Light	BOOL	false	
2	Q 4.3	"L_AUTO"	Automatic Mode of Operation Light	BOOL	false	
3	I 0.2	"T_Jog_RT"	Jog Conveyor Right, Momentary Contact	BOOL	false	
4	I 0.3	"T_Jog_LT"	Jog Conveyor Left, Momentary Contact	BOOL	false	
5	Q 8.5	"K_RT"	Run Conveyor Right	BOOL	false	
6	Q 8.6	"K_LT"	Run Conveyor Left	BOOL	false	
7	IW 2	"TW_BCD"	BCD Push Buttons - Input Word	HEX	W#16#1021	

Рис. 20.12. Таблиця перегляду та модифікації змінних програми

У складі організаційних блоків є блоки переривання за помилкою, які можна ввести в програму. Якщо операційна система знаходить таку помилку, вона викликає відповідний організаційний блок помилки. У разі відсутності такого блоку процесор переходить у стан "СТОП".

Організаційні блоки відповідають досить великому класу помилок, наприклад, у разі виникнення програмної помилки викликається організаційний блок OB121. Для більш детального визначення причин виникнення помилок у тимчасових змінних організаційних блоків міститься код помилки.

Після того, як помилка викликала зупинку процесора у разі відсутності відповідного організаційного блоку, є можливість визначити причину зупинки. Для цього треба відкрити вікно "Module Information". У цьому вікні є закладки, які несуть інформацію о причинах помилки, а також стану процесора на час зупини.

Наприклад, на рис. 20.13 наведена закладка "Diagnostic Buffer" (діагностичний буфер), де зберігається інформація о причинах виникнення 10 останніх помилок, або інших подій, які визначає операційна система. Буфер представляється у вигляді таблиці, де визначаються час і дата виникнення події, а також опис цієї події. За допомогою кнопки Open Block можна відкрити програмний блок у місці, де виникла помилка.

No.	Time of day	Date	Event
1	09:01:55:500 am	10/26/07	New startup information in STOP mode
2	09:01:55:500 am	10/26/07	STOP caused by programming error (OB not loaded or n...
3	09:01:55:500 am	10/26/07	DB not loaded
4	09:01:48:734 am	10/26/07	Mode transition from STARTUP to RUN
5	09:01:48:719 am	10/26/07	Request for manual warm restart
6	09:01:48:719 am	10/26/07	Mode transition from STOP to STARTUP
7	09:01:48:719 am	10/26/07	New startup information in STOP mode
8	09:01:46:058 am	10/26/07	New startup information in STOP mode

Рис. 20.13. Діагностичний буфер

Додаткову інформацію можна знайти в інших закладках, наприклад, інформацію про змінні у регістрах процесора, послідовність блоків, які викликані до появи помилки та інші.

Для пошуку помилок у програмі призначена також інформація, яка міститься у так званих довідкових даних (рис. 20.14). До таких даних належать структура програми, таблиця перехресних посилань, перелік елементів входу, виходу, пам'яті, а також лічильників та таймерів, які використовуються у програмі.

Структура програми дозволяє знайти такі помилки, як наприклад, рекурсію, тобто ситуацію, коли блок викликає сам себе.

Таблиця перехресних посилань дає інформацію про місце використання змінних у програмі. Типовою помилкою є, наприклад, багаторазовий запис інформації на вихід (дійсним буде тільки останній запис). З таблиці перехресних посилань можна безпосередньо перейти до програми.

Перелік елементів, які використовуються у програмі дає можливість знайти входи та виходи, про які забули при складанні програми, наприклад, входи для підключення блокувань, або виходи для підключення світових індикаторів. Також можна знайти звернення до пам'яті у різних форматах, наприклад, коли за одною адресою є звертання як до біта, байта, слова чи подвійного слова.

Вказані засоби пошуку помилок дають можливість знайти помилки, на яку реагує операційна система, або помилки які були внесені під час проектування, а також помилки датчиків. Але вони не дозволяють знайти помилки у деяких виконавчих пристроях, наприклад, у тих випадках коли під час виконання програми відсутня можливість визначення сигналу, яких подається на такий пристрій. У такому разі можна використати функцію керування виходами у стані "СТОП". За допомогою таблиці на вихід подаються різні сигнали та визначається реакція виконавчих пристроїв.

Крім цього можуть бути додаткові засоби пошуку помилок, які інтегруються у базову програму.

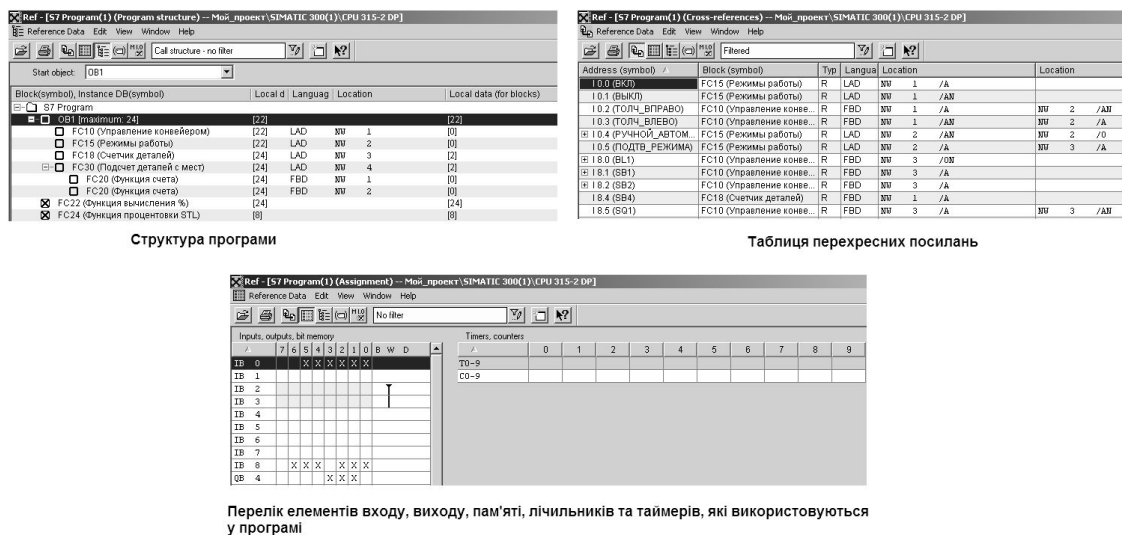


Рис. 20.14. Довідкові дані

Контрольні запитання

1. Чому апаратні компоненти програмованих логічних контролерів поділяють на засоби проектування та засоби виконання?
2. Які задачі вирішують засоби проектування ?
3. Для чого використовується SIMATIC Manager в програмному пакеті STEP7?

4. Як здійснюється проектування апаратних компонент в програмному пакеті STEP7?
5. З яких компонент складається програма в STEP7?
6. Які основні форми представлення програми використовують при програмуванні промислових контролерів?
7. Які особливості має програмний редактор?
8. Які засоби діагностики використовує STEP7?
9. Як здійснюється тестування програми?
10. Яку інформацію надають діагностичний буфер та таблиці додаткових даних?

21 Використання програмованих логічних контролерів для управління складським обладнанням

21.1 Програмна реалізація функцій керування для складів

Розглянемо як здійснюється керування окремими складськими пристроями за допомогою програмованих логічних контролерів на прикладі керування штабелерами.

Алгоритми керування кранів-штабелерів найчастіше використовує послідовне виконання операцій, наприклад, при керуванні захватним пристроєм, та позиціонування з використанням різних датчиків положення та переміщення (переміщення захватного пристрою по вертикалі, переміщення візка, переміщення моста тощо)

На рис. 21.1 наведено приклад програмного блоку послідовного виконання переміщень.

Для керування двигунами використовується SR тригер, вихід якого встановлюється в "1", коли сигнал на вході S дорівнює "1", та скидається у "0", коли сигнал на вході R дорівнює "1". Переміщення починається, коли натиснута кнопка "ПУСК" SB1. Після цього включається двигун першого переміщення KM1. Переміщення здійснюється, поки не спрацює кінцевий датчик першого переміщення SQ1 або не натиснута кнопка "СТОП" SB2. Кінцевий датчик першого переміщення SQ1 виключає двигун першого переміщення KM1 та включає двигун другого переміщення KM2. Кінцевий датчик другого переміщення SQ2 виключає двигун другого переміщення KM2 та припиняє рух.

Програмний блок створений у вигляді контактної схеми. Він складається з схем, які визначають одну операцію (наприклад переміщення).

Для позиційного керування за допомогою імпульсних датчиків можна використовувати функції підрахунку (лічильники прямого та зворотного підрахунку). Коли значення лічильника дорівнює 0 на виході Q теж маємо сигнал 0. Коли значення лічильника відрізняється від 0, на виході Q маємо сигнал 1.

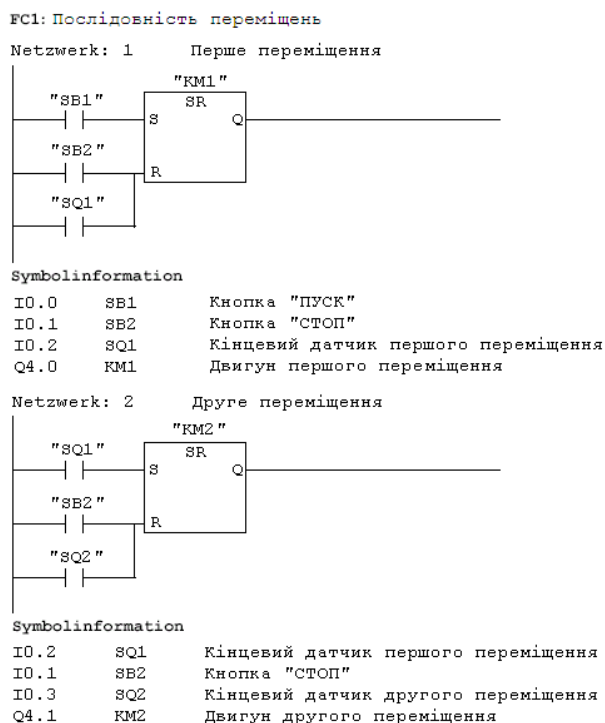


Рис. 21.1. Приклад програмного блоку послідовного виконання переміщень

Приклад використання лічильника зворотного підрахунку для позиційного керування наведений на рис. 21.2. Як що початкове значення лічильника 0, на виході теж

маємо 0 і двигун не включений. По сигналу "Пуск" у лічильник записується значення позиції з змінної "Позиція". Як що вона не дорівнює 0, на виході з'являється 1, що призводить до включення двигуна. При переміщенні з імпульсного датчика поступають імпульси та лічильник починає рахувати у зворотному напрямку. Коли значення лічильника досягає 0, на виході теж з'являється 0, після чого двигун виключається.

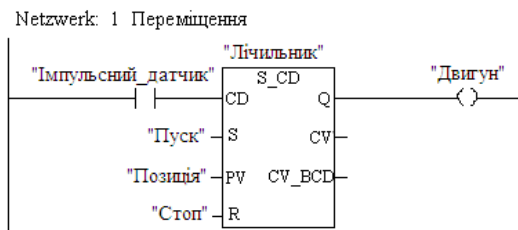


Рис. 21.2. Приклад використання лічильника для позиційного керування

21.2 Умонтовані засоби керування рухом

Програмовані логічні контролери призначені для керування промисловим обладнанням, де доводиться здійснювати переміщення різних механізмів, тому вони мають умонтовані функції керування рухом. Це може здійснюватись за допомогою відповідних функцій або за допомогою додаткових функціональних модулів.

До умонтованих засобів керування рухом можна віднести функції швидкого лічильника, які використовують для опитування фото-імпульсних датчиків з метою визначення положення або швидкості кутового та лінійного переміщення та функції формування імпульсних сигналів, а саме сигнали з широтно-імпульсною модуляцією для керування двигунами постійного струму (PWM) або послідовності імпульсів з змінною частотою для крокових двигунів (РТО). Для регулювання різних приладів є функції ПД-регулювання.

Контролери середнього і високого рівня складності реалізують ці функції за допомогою функціональних модулів.

Для приклада розглянемо як здійснюються ці функції у програмованого контролера S7-1200.

Функції швидкого лічильника здійснює команда **CTRL_HSC** (рис.21.3).

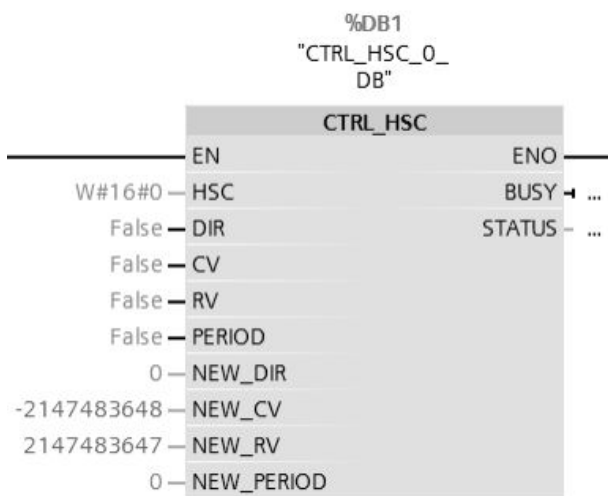


Рис. 21.3. Команда **CTRL_HSC**

Є чотири основні типи швидких лічильників:

- однофазний лічильник з внутрішнім керуванням напрямком;
- однофазний лічильник із зовнішнім управлінням напрямком;
- двофазний лічильник з 2 тактовими входами;
- квадратурний А / В-лічильник.

Цей лічильник дає можливість опитувати різні типи імпульсних датчиків переміщення, серед яких найбільш поширеними є інкрементні оптичні енкодери, вихідні сигнали складаються з двох послідовностей імпульсів (рис. 21.4).



Рис. 21.4. Вихідні сигнали інкрементних оптичних енкодерів

За допомогою енкодера можемо отримати 3 основні режими контролю руху (алгоритмів роботи квадратурного декодера).

1-й режим.

В цьому режимі контролюється лише один сигнал - А. Але даний сигнал не дає нам поняття про те, в який бік рухається датчик.

2-й режим.

Режим при якому контролюється як передній, так і задній фронт сигналу. В цьому випадку є можливість визначити напрямку руху. Для визначення напрямку використовується сигнал В. При цьому, якщо подивитися на графік, то, якщо, припустити, що рух відбувається зліва направо, і ми фіксуємо передній фронт сигналу А, то в цей момент сигнал В матиме протилежне значення. Тобто якщо А стає 1, і В в цей момент 0 - ми рухаємося справа наліво. Зворотне твердження вірне. Якщо сигнал А з 0 перетворився в 1, а В при цьому 1, то рух відбувається зліва направо.

4-й режим.

В цьому режимі лічильник аналізує всі 4 фронту (два фронти сигналу А та два фронти сигналу В). В цьому випадку точність вимірювань стає в 4 рази вище реальної точності, що визначається кількістю імпульсів.

При налагодженні лічильника можна вибрати один з вказаних режимів роботи.

Команда **CTRL_PWM** (Pulse Width Modulation PWM - широтно-імпульсна модуляція ШІМ) видає послідовність імпульсів з фіксованим часом циклу, але зі змінним коефіцієнтом заповнення (рис. 21.5). Вихід PWM працює безперервно після запуску із заданою частотою (часом циклу). Ширина імпульсів змінюється за потребою, щоб досягти бажаного управління.

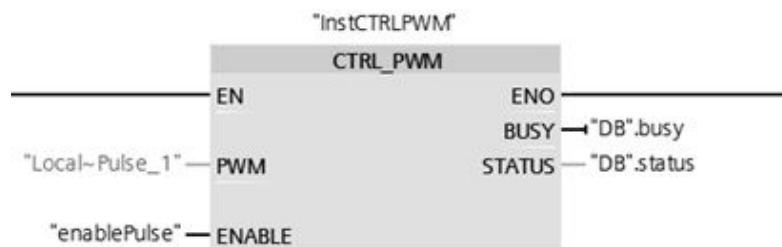


Рис. 21.5. Команда **CTRL_PWM** – формування сигналу з широтно-імпульсною модуляцією

Для управління швидкими імпульсними виходами є можливість використовувати два імпульсних генератора: ШІМ (PWM) і послідовність імпульсів (РТО).

PWM використовується командами керування двигунів постійного струму, швидкість обертання яких встановлює тривалість імпульсів t_i .

РТО використовується командами керування крокових двигунів, швидкість обертання яких встановлює частота імпульсів з періодом T_i .

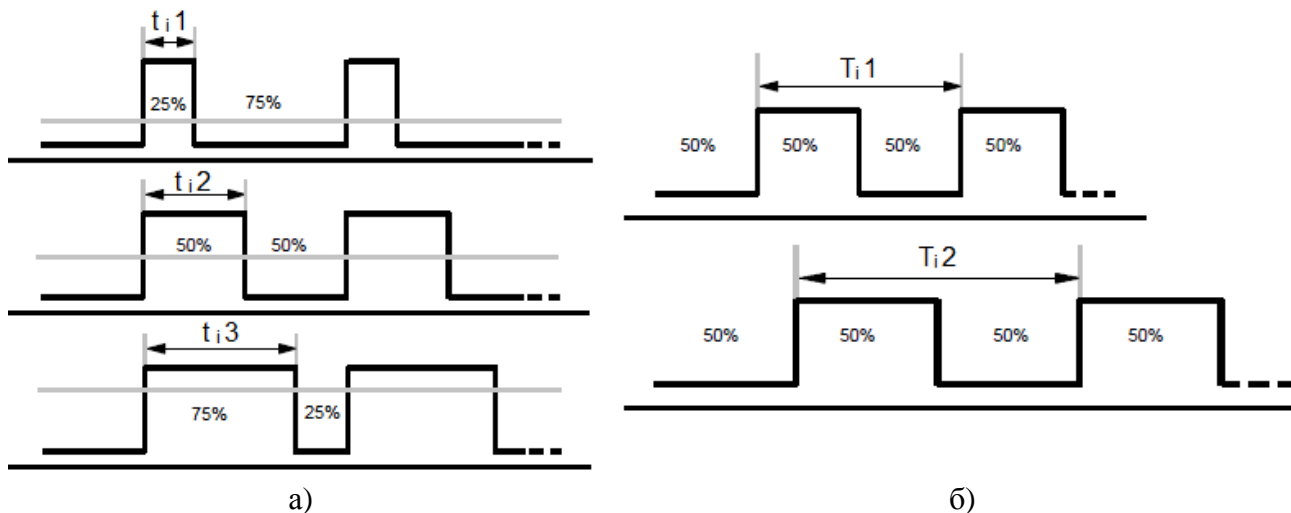


Рис. 21.6. Сигнали PWM (а) та РТО (б)

Для керування двигунами змінного струму використовують модулі частотних перетворювачів, що входять до складу децентралізованої периферії (рис. 21.7).



Рис. 21.7. Модулі частотних перетворювачів, що входять до складу децентралізованої периферії ET-200S та ET-200pro

21.3 Приклади керування складським обладнанням на основі програмованих логічних контролерів

Розглянемо як здійснюється керування складським обладнанням на основі програмованих логічних контролерів на прикладах керування окремими вузлами кранів-штабелерів.

На рис. 21.8 показаний телескопічний захватний пристрій.

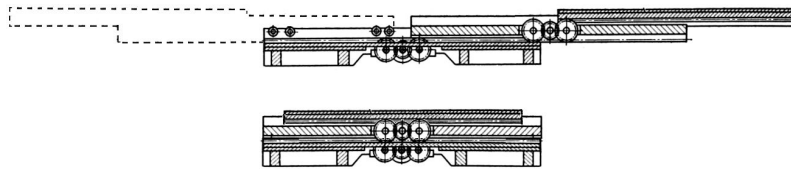


Рис. 21.8. Телескопічний захватний пристрій

Один з варіантів керування заснований на використанні контактних датчиків положення (рис. 21.9). По команді початку переміщення, яку задає відповідний біт пам'яті, починається рух захватного пристрою. Рух припиняється, коли спрацьовує відповідний датчик

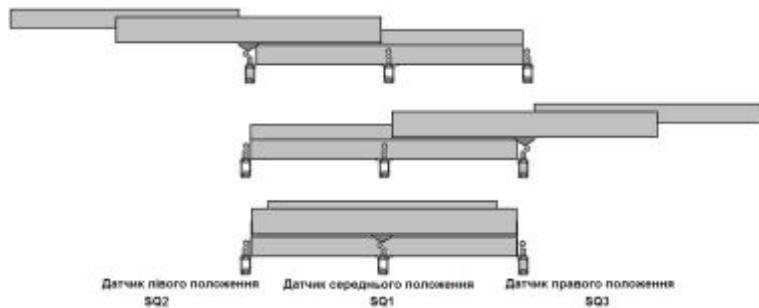


Рис. 21.9. Керування переміщення на основі використання контактних датчиків положення

Програма, яка здійснює керування переміщеннями захватного пристрою на цьому принципі, наведена на рис. 21.10.

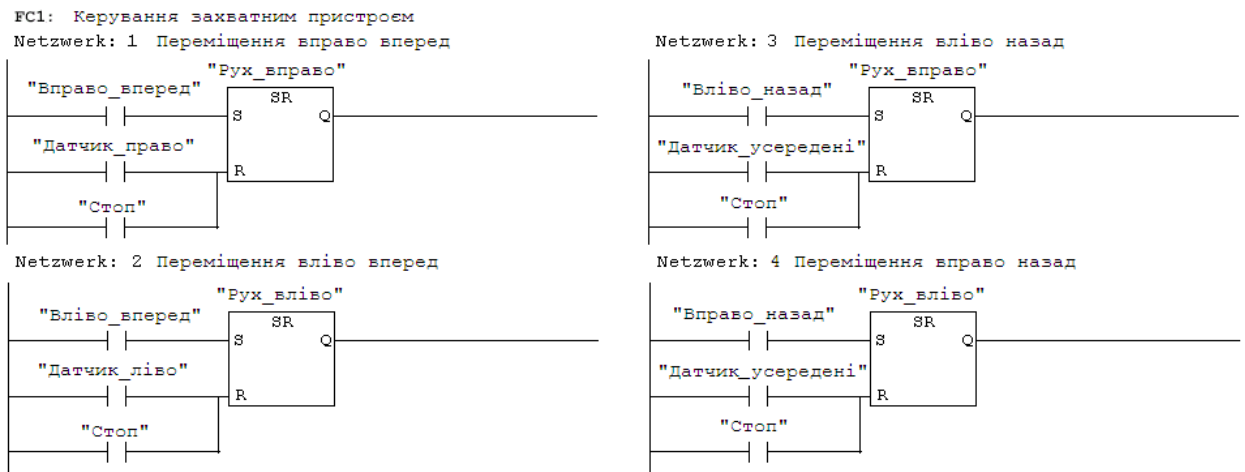


Рис. 21.10. Програма керування захватним пристроєм

На рис. 21.11 наведено приклад стелажного роботу з позиційним керування, у якого позиціонування здійснюється при переміщенні по вертикалі та горизонталі.

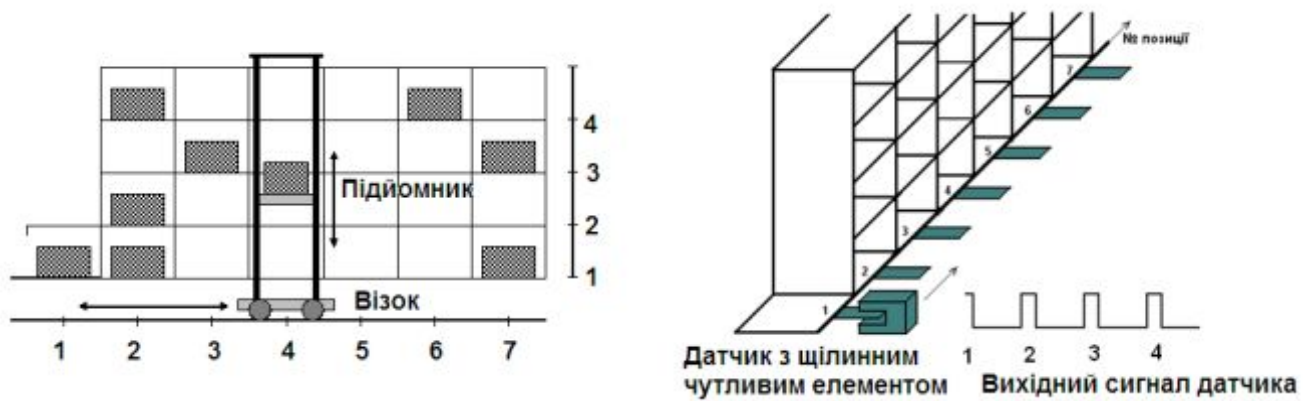


Рис. 21.11. Стелажний робот з позиційним керування

На рис. 21.12 показана програма для переміщення робочого органу цього робота, яка складена за допомогою лічильників С1 та С2.

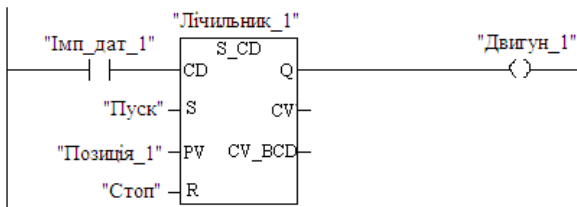
Переміщення починається, коли надійшов сигнал “Пуск”. Цей сигнал записує у лічильники початкові значення позицій за допомогою змінних "Позиція_1" та "Позиція_2", після чого вмикаються двигуни переміщень "Двигун_1" та "Двигун_2".

По ходу переміщення спрацьовують датчики з щілинним чутливим елементом і лічильники починають рахувати в зворотному напрямку.

Переміщення здійснюються, поки лічильники не досягнуть значення "0", або не надійшов сигнал “Стоп” (аварійна зупинка), після чого двигуни вимикаються. Програма складена у вигляді контактної схеми.

FC2: Позиційне керування

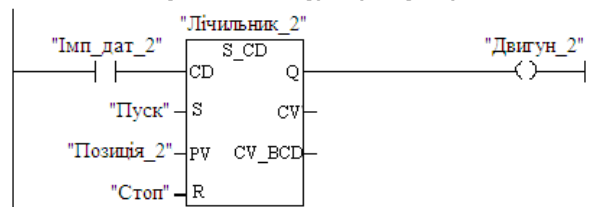
Netzwerk: 1 Переміщення по першому напрямку



Symbolinformation

C1	Лічильник_1	Лічильник позиції першого напрямку
I0.4	Імп_дат_1	Імпульсний датчик першого напрямку
M10.0	Пуск	Біт пам'яті для команди "Пуск"
M10.1	Стоп	Біт пам'яті для команди "Стоп"
MW20	Позиція_1	Слово значення позиції першого переміщення
Q4.2	Двигун_1	Двигун першого напрямку

Netzwerk: 2 Переміщення по другому напрямку



Symbolinformation

C2	Лічильник_2	Лічильник позиції другого напрямку
I0.5	Імп_дат_2	Імпульсний датчик другого напрямку
M10.0	Пуск	Біт пам'яті для команди "Пуск"
M10.1	Стоп	Біт пам'яті для команди "Стоп"
MW22	Позиція_2	Слово значення позиції другого переміщення
Q4.3	Двигун_2	Двигун другого напрямку

Рис. 21.12. Приклад програми позиційного керування у вигляді контактної схеми

У разі наявності декількох однакових пристроїв для їхнього керування можна створити відповідну функцію.

Наприклад, як що ми маємо декілька підйомників у складському обладнанні (рис. 21.13), то можемо створити одну функцію керування з формальними параметрами, а потім викликати цю функцію для кожного підйомника, підставляючи фактичні параметри відповідного підйомника.

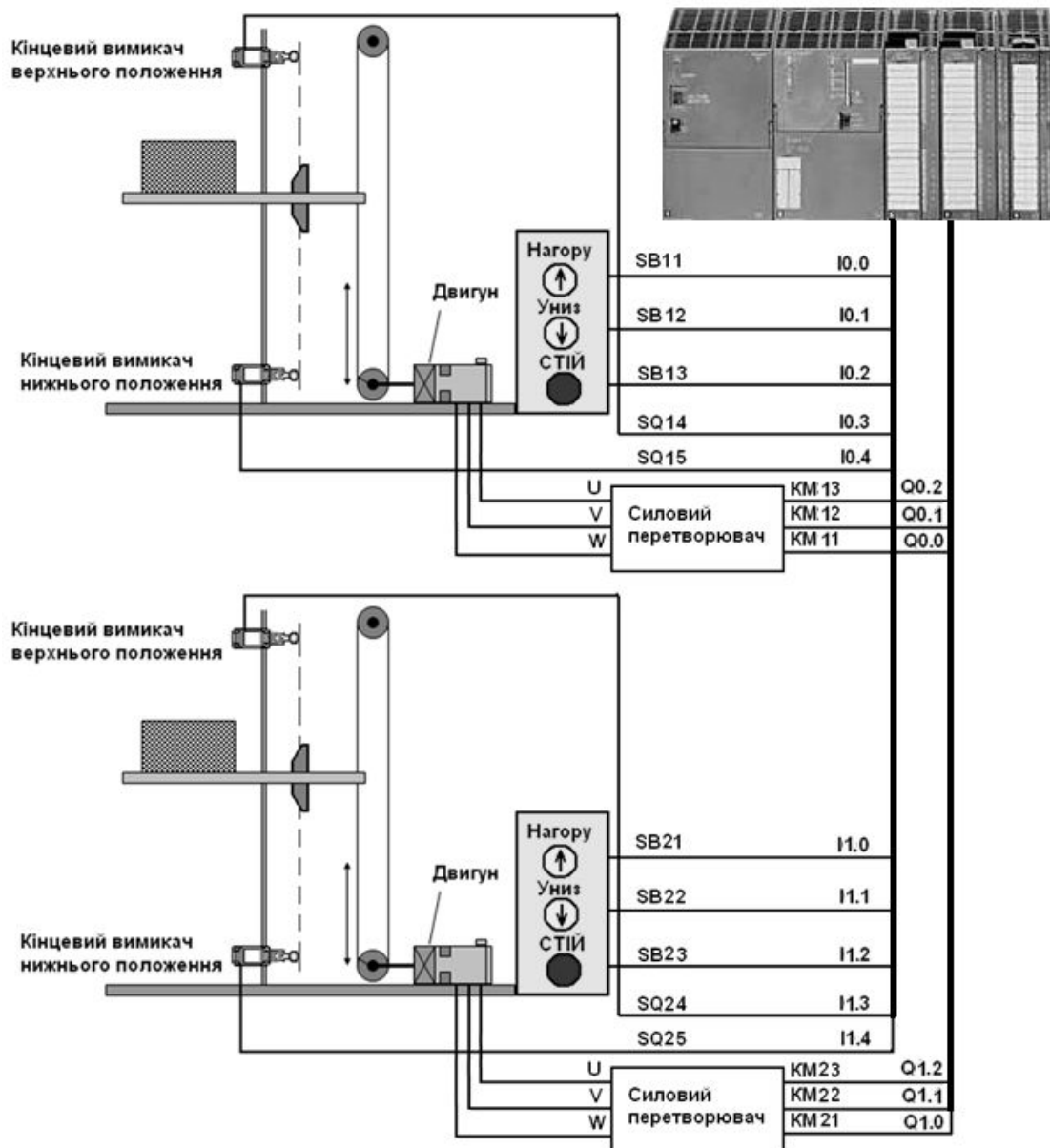


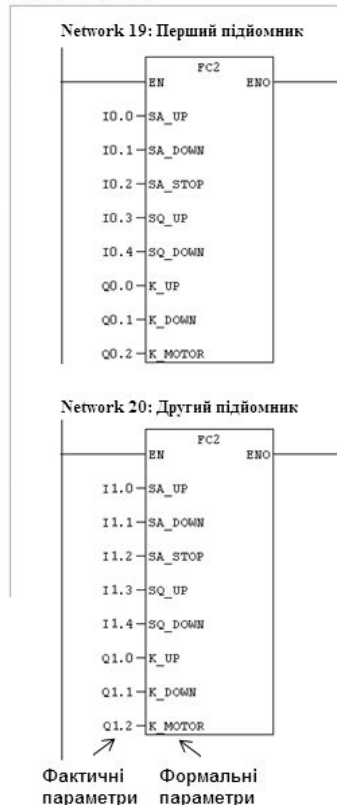
Рис. 21.13. Керування декількома підйомниками

Програма, що наведена на рис. 21.14, здійснює ручне керування двома підйомниками. Для цього спочатку створена функція, яка здійснює ручне керування. При створенні цієї функції замість фактичних параметрів (змінних, які можуть бути адресами входів та виходів, до яких підключені окремі елементи, або адресами зберігання числових значеннями) використовуються формальні параметри, які представляють собою умовне позначення окремих змінних. Ці позначення встановлюються в області завдання параметрів програмного редактора. При складанні програми для функції використовують тільки формальні параметри.

Коли здійснюється виклик такої функції, то замість формальних параметрів треба задати фактичні параметри для кожного підйомника.

Такий підхід дає можливість створити набір функцій для керування окремими локальними пристроями, з яких складається усе технологічне обладнання.

Виклик функції з формальними параметрами



Функція керування підйомником



Рис. 21.14. Використання функції для керування декількома підйомниками

21.4 Використання засобів візуалізації для управління складським обладнанням

Програмовані логічні контролери не мають вмонтованих систем відображення технологічного процесу та засобів введення даних. Цю задачу виконує так званий людино-машинний інтерфейс (НМІ) за допомогою операторських панелей та операторських станцій, які призначені для відображення текстової або графічної інформації.

Значне місце в таких системах займають комп'ютерні пристрої відображення інформації і керування, за допомогою яких оператор одержує інформацію про хід технологічного процесу і вводить необхідну додаткову інформацію або команди для керування системою. Наявність широкого спектра систем візуалізації й обслуговування, зокрема символічних та графічних операторських панелей ОП та промислових персональних комп'ютерів, забезпечує ефективну взаємодію систем керування та оператора.

Для розробки комп'ютерних пристроїв відображення інформації і керування використовується додаткове програмне забезпечення, за допомогою якого створюється ціла система зображень та повідомлень, що дають повне зображення керованого процесу або пристрою та інформацію о значеннях різних параметрів у числовому або графічному вигляді. Крім того створюються різні графічні засоби введення даних. У разі використання персональних комп'ютерів програмне забезпечення складається з системи проектування та системи виконання, за допомогою якої персональний комп'ютер перетворюється на операторську станцію.

Операторські панелі представляють собою спеціалізовані обчислювальні пристрої з засобами відображення та введення інформації (рис. 21.15). Для відображення інформації використовують символічні та графічні дисплеї. Введення інформації здійснюється за

допомогою клавіатури або безпосереднє з екрану за допомогою маніпуляторів, наприклад, джойстиків або мишки. Замість клавіатури може використовувати сенсорні екрани. У цьому разі усі елементи керування зображуються на екрані. Операторські панелі можуть бути стаціонарними та ручними (наприклад, для керування роботом або штабелером). Для підключення панелей можна використовувати дротові ба бездротові засоби зв'язку.



Рис. 21.15. Операторські панелі

Операторські станції призначені для відображення інформації у стаціонарних умовах та будуються на основі персональних комп'ютерів (рис. 21.16). У промислових умовах використовують персональні комп'ютери з підвищеним рівнем захисту (промислові персональні комп'ютери). Як правило ці комп'ютери встановлюють у шафах керування, тому широко використовують панельні комп'ютери з сенсорним екраном. Клавіатура теж має підвищений захист. Найчастіше забезпечується рівень захисту IP65.



Рис. 21.16. Промислові персональні комп'ютери

Для програмування засобів відображення та введення інформації використовується спеціальне програмне забезпечення. Воно може бути окремим, або входити до складу програмних пакетів для програмування контролерів. Для програмування операторських станцій використовують досить складні системи проектування, які дозволяють одноразово проектувати декілька операторських станцій з різними рівнями доступу.

На рис. 21.17 показана середа проектування для операторських панелей та операторських станцій WinCC flexible фірми Сименс, яка складається з структури проекту, області проектування, де відкриваються елементи структури, вікна властивостей елементів області проектування, вікна інструментів, за допомогою яких здійснюється проектування, та вікна виводу, в яке виводяться повідомлення про хід проектування.

Для відображення можна використовувати досить велику кількість екранів (зображень) для відображення усього технологічного процесу та окремих його компонентів та пристроїв. Для зображення інформації використовують різні графічні елементи, які знаходяться у палітрі елементів. Такими елементами можуть бути, наприклад, графічні та числові поля для відображення даних, кнопки та інші елементи керування.

На рис. 21.18 наведені приклади встановлення на екрані полів вводу-виводу (зліва), та кнопок (справа) з вікна інструментів, та встановлення їх властивостей.



Рис. 21.17. Середа проектування для операторських панелей та операторських станцій WinCC flexible

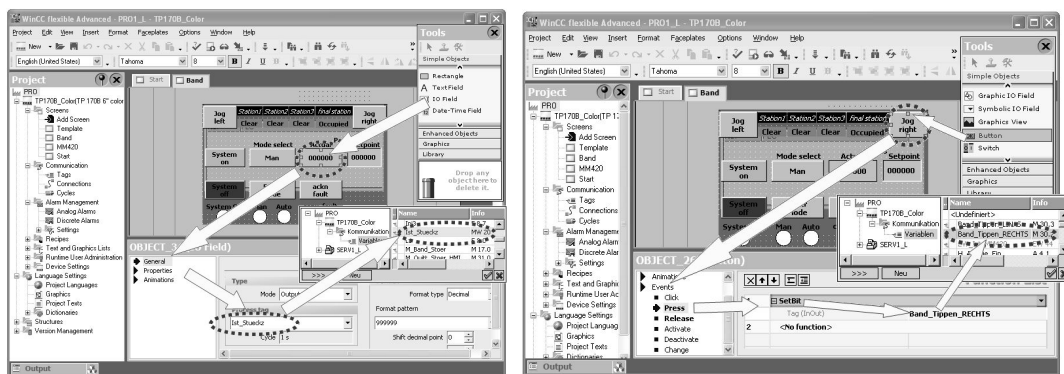


Рис. 21.18. Приклади встановлення на екрані полів вводу-виводу (зліва), та кнопок (справа)

На рис. 21.19 наведений приклад зображення складського обладнання з полями графічного представлення даних у вигляді стелажу з вантажем та штабелером та кнопками керування переміщенням у ручному режимі.

Для відображення складних пристроїв існують різні бібліотеки з компонентами технологічного обладнання для різних задач.

На рис. 21.20 наведені приклади таких елементів. Для цих елементів є можливість встановлення динамічних властивостей, наприклад, зміни кольору, розміру та положення в залежності від окремих параметрів, графічного зображення рівня заповнення у резервуарах, та інші.

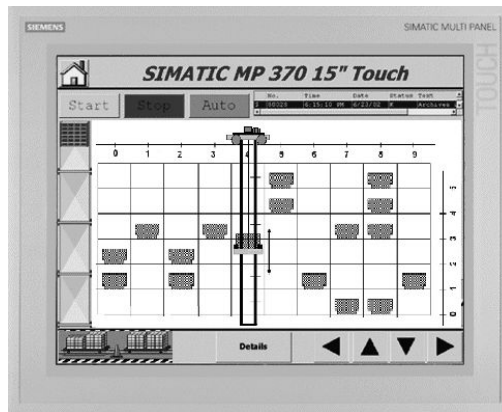


Рис. 21.19. Приклад зображення автоматизованої складської системи

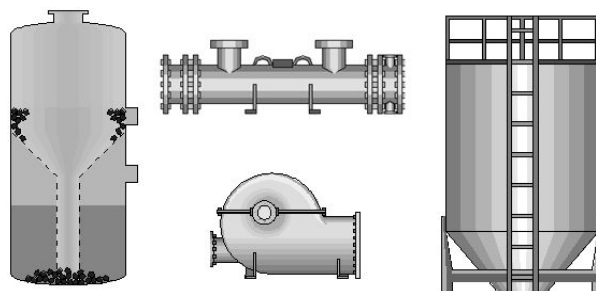


Рис. 21.20. Приклади компонент бібліотек зображень обладнання

При необхідності створення складної структури екранів проектування треба виконувати у такій послідовності:

- планування структури екранів проекту,
- створення екранів,
- створення системи навігації по екранах,
- конфігурування змісту екранів.

У разі виникнення якої-небудь події є можливість виводити на екран відповідні повідомлення. Розрізняють дискретні, аналогові повідомлення, повідомлення за номером та системні повідомлення. Дискретні повідомлення з'являються, коли відповідний біт пам'яті встановлюється в 1. Аналогові повідомлення пов'язані з виходом числових значень у пам'яті ПЛК за встановлені межі. Ці повідомлення видає операторська панель шляхом періодичного опитування відповідних змінних у ПЛК. Повідомлення за номером ініціює ПЛК. У разі виникнення події він надсилає відповідний номер, за яким операторська панель видає повідомлення. Системні повідомлення може надсилати панель та ПЛК (рис. 21.21).

No.	Time	Date	Status	Text	GR
\$ 140000	10:45:28am	9/12/2006	C	Connection established: S7300_DP, Station 2, Rack 0, Slot 2.	0
\$ 110001	10:43:37am	9/12/2006	C	Change to operating mode online'	0
B.. 1	10:22:42am	9/12/2006	CD	Maximum speed reached: 1262	0
A.. 1	10:22:42am	9/12/2006	CDA	Speed too high	0
A.. 1	10:22:24am	9/12/2006	CA	Speed too high	0
B.. 1	10:22:12am	9/12/2006	C	Maximum speed reached: 1350	0



Рис. 21.21. Типи повідомлень у пристроях відображення

Пристрої відображення також дають можливість робити архіви значень процесу та повідомлень для збереження їх у самому пристрої або у комп'ютері верхнього рівня керування. Для документування значень процесу та повідомлень використовується система звітів. Ці архіви можна використовувати, наприклад, для зберігання інформації о наявності та кількості товарів у окремих стелажах та окремих комірках стелажів.

Більше можливостей у створенні систем візуалізації дає система людино-машинного інтерфеса WinCC (Windows Control Center). Ця система може бути розрахована на багато користувачів з використанням конфігурації "сервер-клієнт". Така конфігурація дозволяє підключити до одного сервера до 32 станцій управління. Проектування сервера може здійснюватися з клієнта.

Засоби візуалізації можуть давати різноманітну інформацію про стан і положення окремих машин, наприклад, штабелера, про зміст комірок стелажу з вказівкою на вид продукту (наприклад, код продукту), та кількість товару даного типу у комірці (рис. 21.22). Шляхом переміщення вказівника комірки (наприклад, шляхом зміни кольору вказаної комірки) за допомогою кнопок переміщення можна отримати детальну інформацію о наявності продукції у комірці, типу продукції та її кількості.

Використовуючи засоби динамізації можна показати зміну стану складу. На рис. 21.23 показано відображення рівня рідини у резервуарах на складі зрідженої продукції. У разі переповнення чи випорожнення резервуару на екрані з'являється повідомлення біля зображення відповідного резервуару (наприклад, Пусто!!!, або Переповнення!!!) При цьому значення рівню у резервуарі може змінювати колір, а сомо повідомлення може мигати. На цьому ж екрані можуть бути елементи керування клапанами завантаження та розвантаження резервуарів. У разі використання сенсорного екрану включення або виключення клапанів може здійснюватися шляхом натиску на клапан, а при зміні його стану (включено або виключено) може змінюватися колір клапану, або з'являтися відповідне повідомлення.

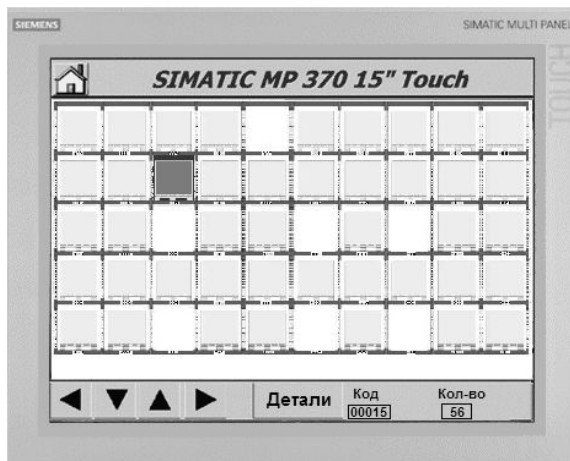


Рис. 21.22. Приклад візуалізації наявності товару на стелажу.

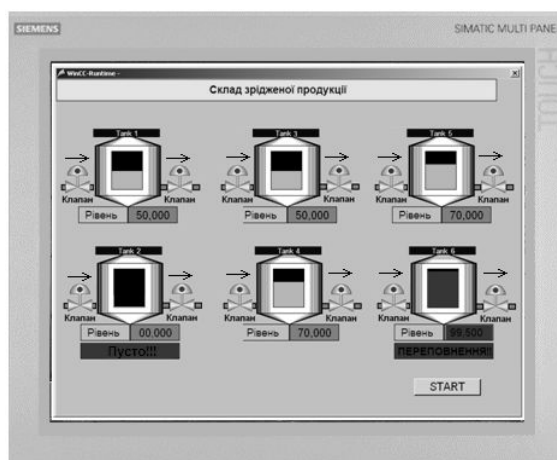


Рис. 21.23. Приклад візуалізації рівня рідини у резервуарах на складі зрідженої продукції

Для формування заказу може використовувати таку функції, як створення рецептур.

Ця функція дає можливість сформувати заказ (у вигляді так званого рецепту), де треба вказати компоненти заказу та їх кількість. При завантаженні рецепту у контролер у програму керування надходять змінні, які дозволяють змінити програму таким чином, щоб компоненти вказаного заказу в указаній кількості були переміщені у пункт формування цього заказу. При цьому автоматично реалізуються функції комісіонування. На рис. 21.24 показаний приклад формування заказу за допомогою функції створення рецепту. Ця функція має стандартні вікна для формування рецепту, де треба вказати компоненти рецепту та їхню кількість у визначеній розмірності.

Крім того це вікно має функції зберігання заказу у пам'яті операторської станції, завантажування заказу у контролер, або зчитування існуючого заказу з контролера.

Имя рецепта:	№:
Заказ № 1	1
Имя блока данных:	№:
Заказчик № 1	1
Имя записи	Значение
Продукт № 12	12
Продукт № 25	24
Продукт № 22	35
Продукт № 05	125

Готов

Рис. 21.24. Приклад формування заказу за допомогою функції створення рецепту

Контрольні запитання

1. Як здійснюється послідовне виконання операцій за допомогою SR тригера?
2. Як здійснюється позиційне керування за допомогою лічильника?
3. Які умонтовані функції керування рухом має ПЛК S7-1200?
4. Які типи швидких лічильників може використовувати команда CTRL_HSC?
5. Які задачі вирішує команда CTRL_PWM?
6. Які переміщення здійснює програма керування переміщеннями телескопічного захватного пристрою?
7. Як здійснюється керування у разі використання декількох однакових пристроїв?
8. Які засоби візуалізації можна використовувати для управління складським обладнанням?
9. У якій послідовності створюється складна структура екранів?
10. Яку інформацію надає функція створення рецептів?

22 Використання розподілених систем для керування складським обладнанням

22.1 Використання розподілених систем для керування на великих територіях

Останнім часом широке використання знаходять комплексні системи керування. Відмінною особливістю таких систем є повна апаратна та програмна сумісність усього обладнання яке входить до складу загального пристрою керування, включаючи самі пристрої керування, датчики та виконавчі пристрої.

Крім цього у склад загальної системи керування повинні входити засоби відображення технологічного процесу та керування (засоби візуалізації).

Оскільки технологічне обладнання, як, наприклад, у автоматизованих транспортно-складських систем, може буди розподілено на досить великих територіях, треба мати засоби для об'єднання усього цього обладнання в єдину систему керування. Такими засобами є локальні промислові обчислювальні мережі.

Задачами системи проектування для комплексних систем керування є можливість проектування усіх компонент такої системи у межах єдиної програмної платформи.

Такою програмною платформою може бути система проектування програмованих логічних контролерів, базовий варіант якої має як правило обмежені функції, але при використанні додаткових пристроїв вони можуть нарощуватися шляхом інсталяції у базовий варіант додаткових програмних комплексів проектування.

Приклад комплексної системи керування наведений на рис. 22.1.

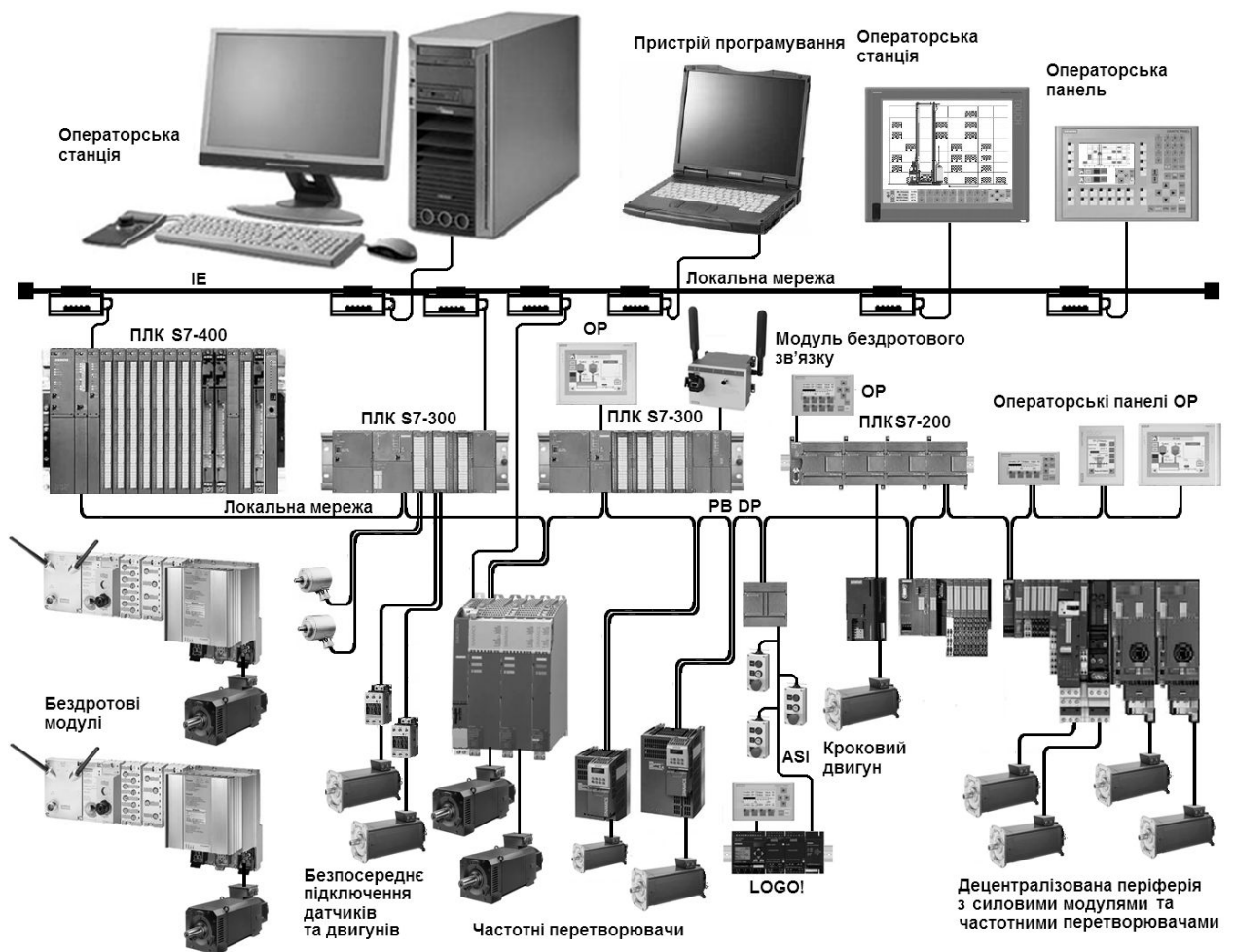


Рис. 22.1. Приклад комплексної системи керування

На верхньому рівні системи керування встановлені операторські станції на основі персональних комп'ютерів та операторські панелі. На цьому рівні здійснюється стратегічне керування.

За допомогою локальної мережі Industrial Ethernet (IE) операторські станції здійснюють зв'язок з програмованими логічними контролерами (ПЛК), які знаходяться на середньому рівні системи керування та вирішують задачі тактичного керування, а саме, керування окремими пристроями.

На середньому рівні реалізується розподілена система керування, яка представляє собою декілька об'єднаних локальних пристроїв керування, що здійснюють безпосереднє опитування датчиків та керування двигунами, або так звану децентралізовану систему керування з використанням децентралізованої периферії.

На цьому рівні можна використовувати локальні мережі, які здатні працювати з децентралізованою периферією, наприклад, Profibus та Profibus-DP.

Локальні мережі дозволяють здійснити зв'язок між окремими пристроями за допомогою дротовим, оптичних та бездротових ліній зв'язку. Використання бездротового зв'язку особливо важливо для транспортних роботів та при використанні супутникових технологій.

22.2 Використання засобів децентралізованої периферії

Розглянемо приклад використання децентралізованої периферії в автоматизованій складській системі (рис. 22.2).

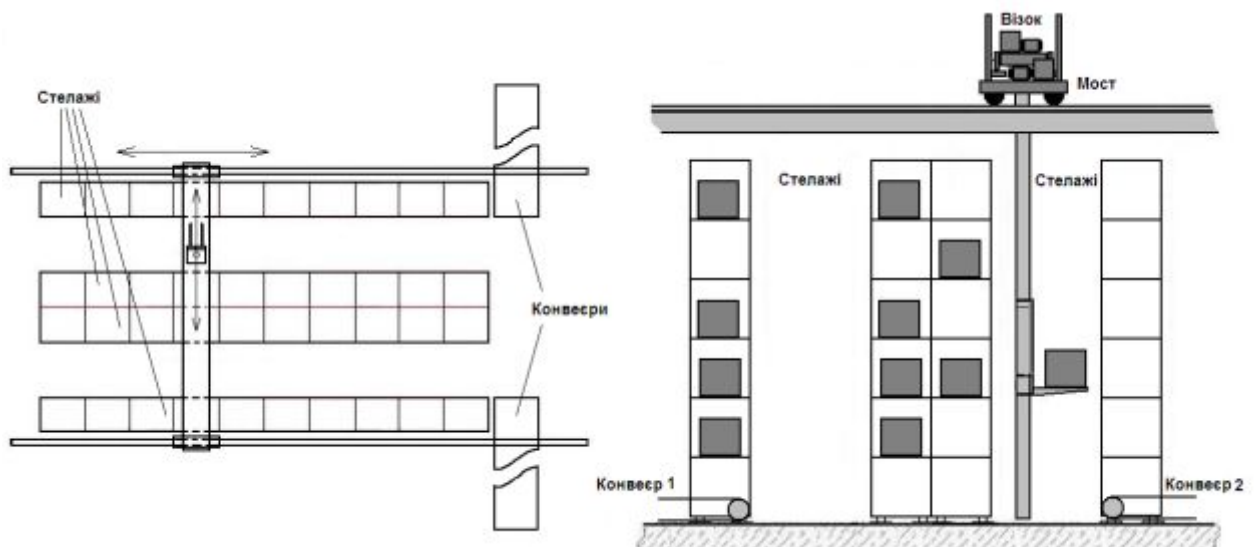


Рис. 22.2 . Автоматизована складська система

Ця система включає мостовий штабелер та два конвеєри. Оскільки усі приводи переміщень і датчики положення знаходяться далеко один від одного, то програмований логічний контролер (ПЛК), встановлений на візку, безпосереднє виконує переміщення по вертикалі з використанням функції позиціонування.

Для керування іншими переміщеннями використовуються модулі децентралізованої периферії (ДП1 – ДП5). На рис. 22.3 наведена структура децентралізованої периферії для керування такою системою.

Електроприводи здійснюють переміщення моста та візка з позиціонуванням за допомогою щілинного індуктивного датчика та поворот колони, а також рух конвеєрів. Загальне керування виконує ПЛК.

За допомогою сенсорної операторської панелі TP оператор задає позицію переміщення та спостерігає за роботою системи.

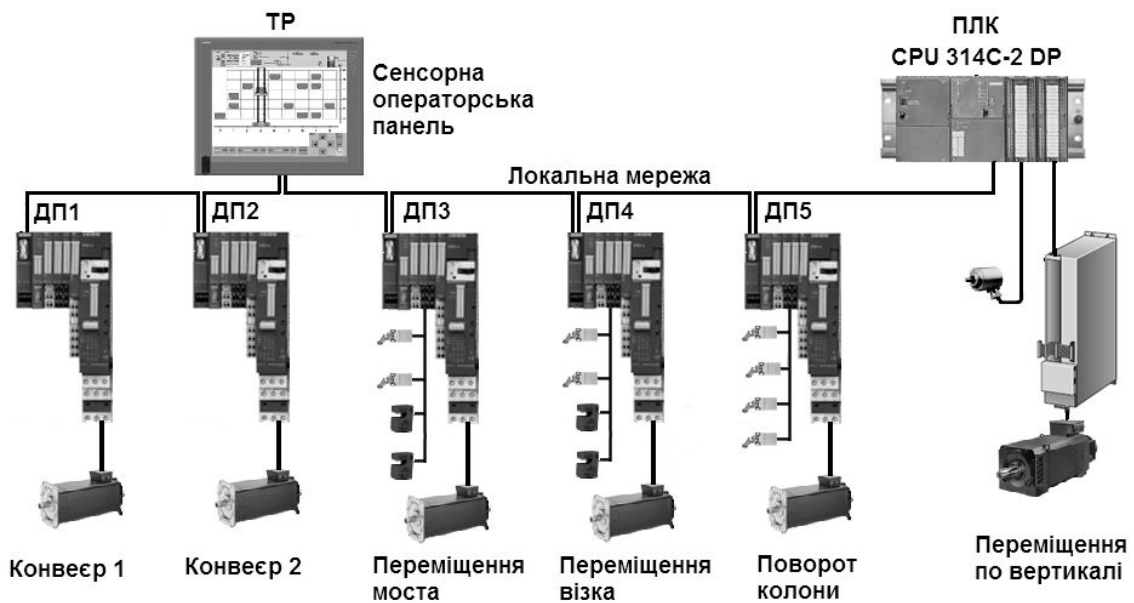


Рис. 22.3 . Приклад використання децентралізованої периферії

Проектування систем розподіленого вводу-виводу здійснюється за допомогою засобу HW Config, який входить у склад програмного пакету STEP7 (рис. 22.4).

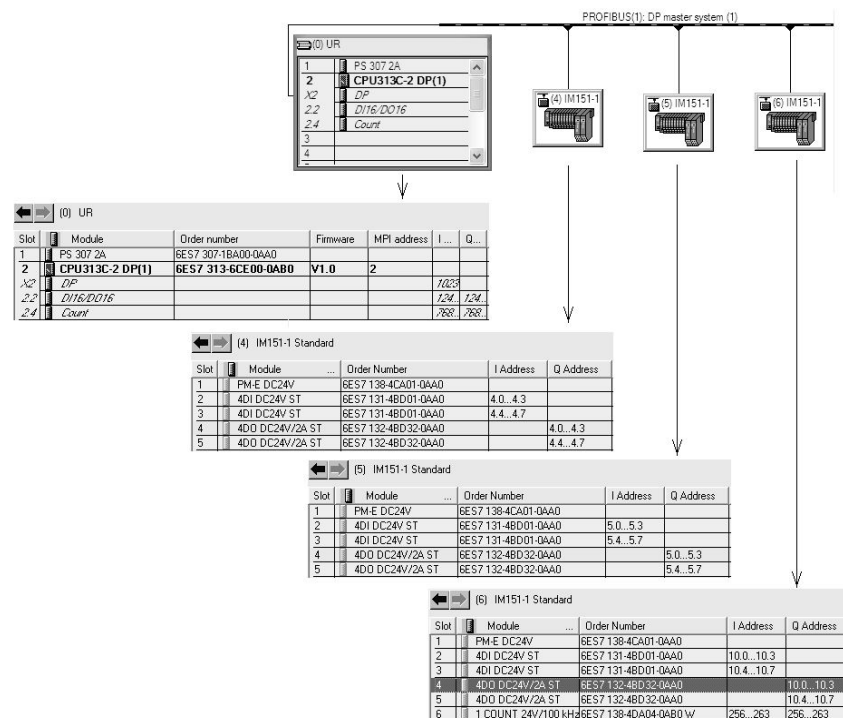


Рис. 22.4. Проектування систем розподіленого вводу-виводу здійснюється за допомогою засобу HW Config.

22.3 Використання локальних обчислювальних мереж

На рис. 22.3 наведений приклад комплексної системи керування складом, яка складається з пристроїв керування штабелерами, децентралізованих модулів керування конвеєрами, головного пристрою керування з децентралізованими модулями керування конвеєрами та іншими пристроями керування. У цьому прикладі окремі пристрої керування об'єднуються за допомогою локальних мереж. Різні фірми використовують різні промислові локальні мережі. Так фірма Modicon розробила промислову мережу MODBUS ще у 1979 році для контролерів MODICON, яка пізніше стала використовуватися і іншими фірмами.

Своїм сімейством промислових мереж SIMATIC NET фірма Siemens представляє відкриту гетерогенну комунікаційну систему, призначену для використання на всіх рівнях ієрархії систем автоматизованого управління в умовах промислового виробництва. Комунікаційні системи SIMATIC NET базуються на державних і міжнародних стандартах у відповідності з 7-рівневою моделлю ISO / OSI.

Основою таких комунікаційних систем служать локальні обчислювальні мережі (ЛОМ), які можуть бути реалізовані як:

- електричні,
- оптичні,
- бездротові,
- комбінація електричних / оптичних / бездротових,
- електричні іскробезпечні.

Фірма Сименс використовує різні промислові мережі, а саме Industrial Ethernet, PROFIBUS та PROFINET які є складовими частинами SIMATIC NET. Проектування мереж здійснюється за допомогою засобу NETPRO, який уходить до складу програмного пакету STEP7.

Мережа PROFIBUS має такі основні характеристики.

Топологія мережі: шинна топологія, деревоподібна структура з використанням повторювачів.

Середа передачі: екранована кручена пара.

Максимальна відстань передачі даних в одному сегменті 1000 м при кількості послідовно підключених повторювачів: не більше 9.

Кількість вузлів: не більше 32 на одному шинному сегменті, не більше 127 в мережі при використанні повторювачів.

Швидкості передачі: 9.6 кбіт / с, 19.2 кбіт / с, 45.45 кбіт / с, 93.75 кбіт / с, 187.5 кбіт / с, 500 Кбіт / с, 1.5 Мбіт / с, 3 Мбіт / с, 6 Мбіт / с, 12 Мбіт / с.

Приклад структури мережі з використанням компонентів PROFIBUS наведений на рис. 22.5.

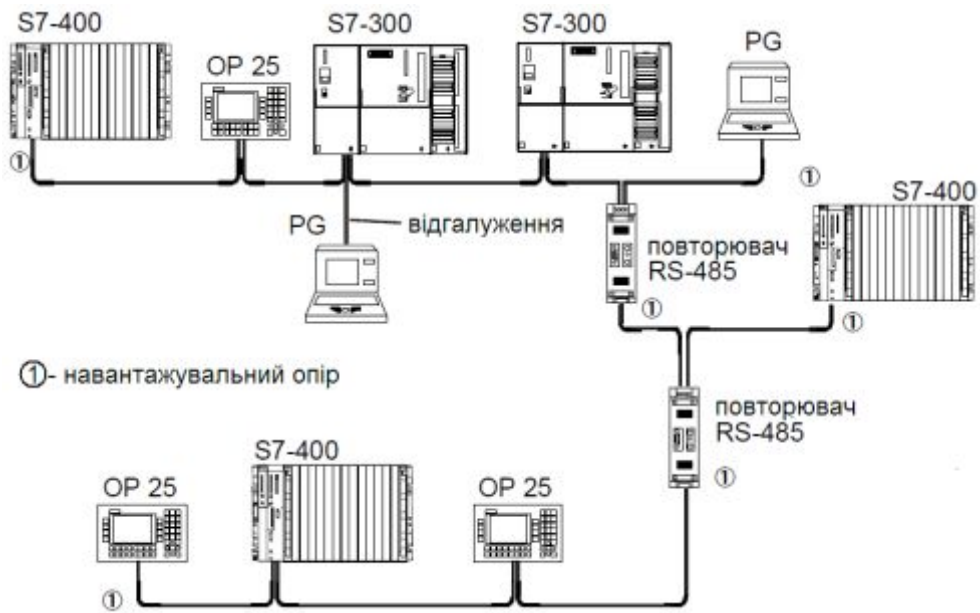


Рис. 22.5. Структура мережі з використанням компонентів PROFIBUS

Однією з найважливіших промислових комунікаційних мереж в області SIMATIC NET є Industrial Ethernet (IE).

Об'єднання в мережу при цьому здійснюється при швидкості передачі 10/100 MBit / s за допомогою оптоволоконної або екранованої 2-провідної лінії (Industrial Twisted Pair ITP). Industrial Ethernet являє собою мережу для керуючого і мережевого рівнів у відкритій незалежній від виробника системі комунікацій SIMATIC.

Industrial Ethernet пристосований для швидкої передачі великих масивів даних і надає можливість використання шлюзів (Gateway) і маршрутизаторів (Router) для об'єднання в мережу, що виходить за рамки стандартів.

Приклад структури мережі з використанням компонентів Industrial Ethernet наведений на рис. 22.6.

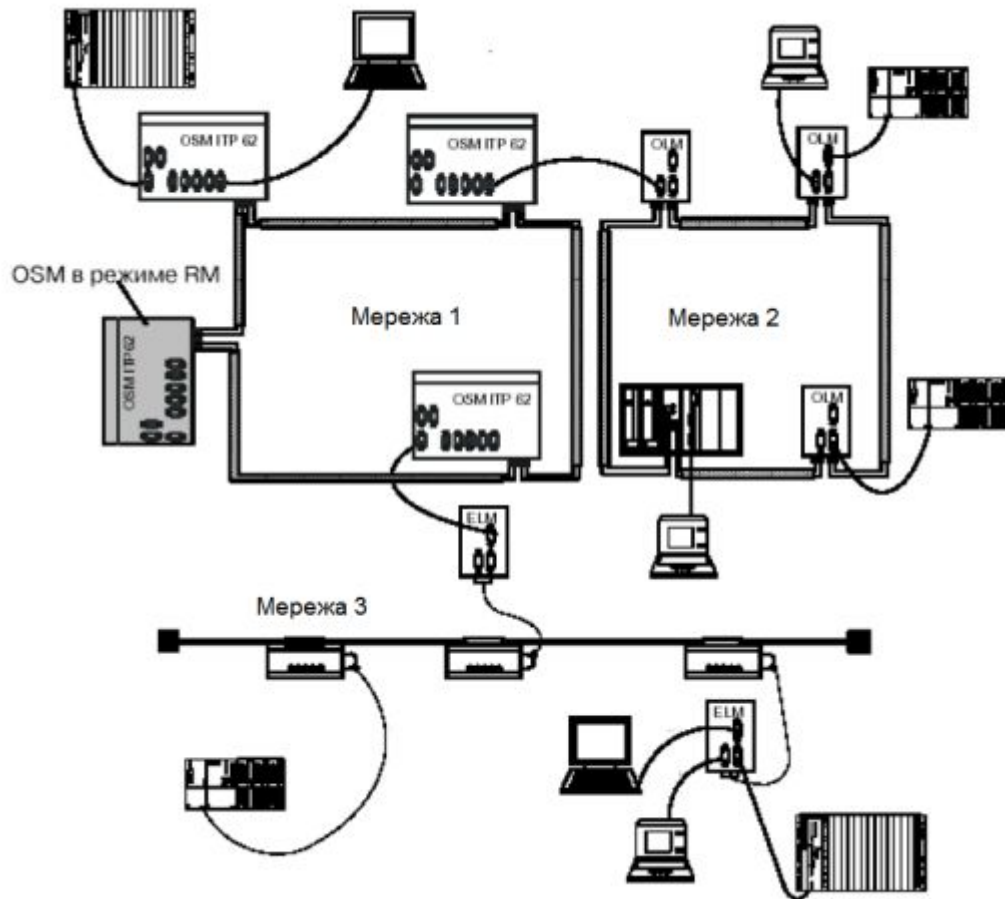


Рис. 22.6. Структура мережі з використанням компонентів Industrial Ethernet

22.4 Використання бездротових засобів зв'язку

Для керування обладнанням автоматизованих складів, які мають багато рухомих об'єктів, важливу роль грають бездротові системи зв'язку.

Так, наприклад, бездротовий інтерфейс SCALANCE для забезпечення зв'язку транспортних візків.

На рис. 22.7 наведений приклад транспортних візків, у яких для зв'язку використовується мережа Industrial Wireless LAN - Ethernet з модулем SCALANCE.

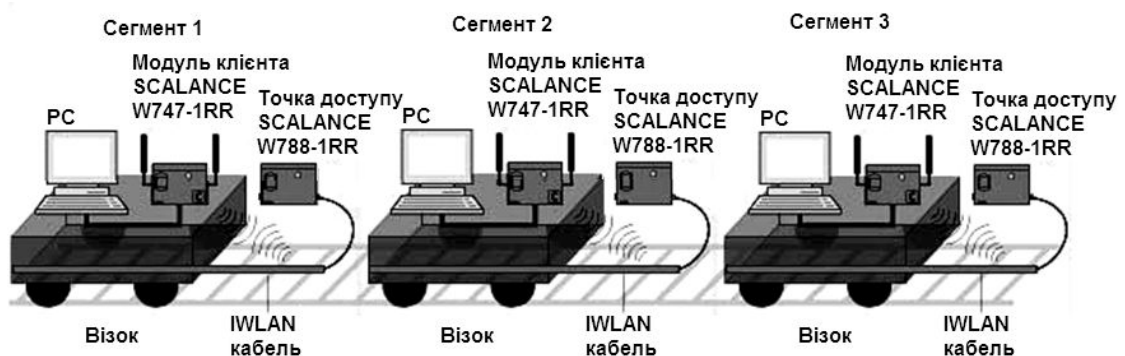


Рис. 22.7. Використання мережі Industrial Wireless LAN - Ethernet для забезпечення зв'язку з транспортними візками

На рис. 22.8 наведений приклад використання розподіленої системи керування з використанням бездротового зв'язку на основі інтерфейсного модуля IM 154-6 PN IWLAN системи розподіленого вводу-виводу ET200pro, який підтримує обмін даними між станцією ET 200pro і контролером PROFINET IO через IWLAN.



Рис. 22.8. Приклад розподіленої системи керування з використанням бездротового зв'язку

На рис. 22.9 наведений приклад використання бездротового зв'язку для керування візком автоматизованої транспортно-складської системи на основі супутникових технологій.

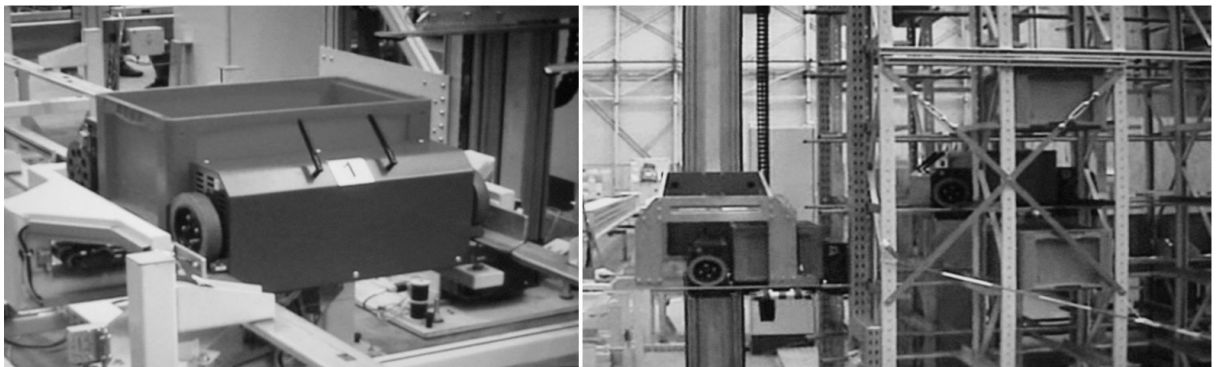


Рис. 22.9. Використання бездротового зв'язку для керування візком автоматизованої транспортно-складської системи на основі супутникових технологій

22.5 Регульовані приводи у складі систем керування складами

Для керування швидкості обертання двигунів змінного струму використовуються частотні перетворювачі, які змінюють частоту струму живлення в залежності від керуючих сигналів, наприклад, напруги на аналоговому вході.

Частотні перетворювачі використовуються для керування синхронними та асинхронними двигунами змінного струму в великому діапазоні потужностей (наприклад, частотні перетворювачі фірми Сименс працюють у діапазоні від 100 Вт до 50 мВт).

Частотні перетворювачі можуть мати різну конструкцію, наприклад, у вигляді моноблоків, або складатися з окремих модулів. Спрощена схема такого частотного перетворювача наведена на рис. 18.5. Вона має такі складові частини:

- силовий модуль, який включає випрямляч, що перетворює змінний струм мережі у постійну напругу, проміжне коло у вигляді конденсатора, що згладжує пульсації випрямленої напруги, та перетворювач, що за допомогою ключових схем формує потрібну форму вихідного сигналу;
- пристрій керування, який здійснює формування вихідного сигналу та програмне керування його параметрами за встановленими параметрами, наприклад, закон зміни вихідної напруги в залежності від частоти, задає швидкість розгону та гальмування тощо;
- операторська панель, яка призначена для встановлення та перегляду параметрів перетворювача.



Рис. рис.22.10. Спрощена схема частотного перетворювача

Для зовнішнього керування пристрій керування має дискретні та аналогові входи та інтерфейси для підключення до локальної мережі.

З метою досягнення високої економічності, особливо для потужних двигунів, керування швидкістю обертання електродвигунів здійснюється за допомогою так званої широтно-імпульсної модуляції. Робота широтно-імпульсних перетворювачів заснована на періодичному підключенні за допомогою ключа джерела постійної напруги до навантаження і шляхом зміни тривалості імпульсів за визначеним законом формує сигнал потрібної форми (рис.22.10).

Зовнішній вигляд такого частотного перетворювача наведений на рис. 22.11.



Рис. 22.11. Частотний перетворювач фірми Сіменс SINAMICS G120

Програмування частотного перетворювача здійснюється за допомогою встановлення великої кількості параметрів (декілька сотень). Ці параметри задають джерело встановлення частоти на виході перетворювача та джерело команд, закон керування (керування за вольт-частотною характеристикою або векторне керування), обмеження на частоту, струм, потужність, швидкість розгону та гальмування тощо.

Параметри частотного перетворювача дають можливість виконувати досить складні функції, наприклад,

До складу команд можуть входити так звані функції VICO-технології. Ці функції дозволяють зв'язати входи частотного перетворювача з вільними блоками, командами та завданням перетворювача. Вільні блоки можуть включати блоки логічних операцій (І, АБО, виключне АБО), блоки затримки та пам'яті (RS- та D-тригери), математичні блоки (складання, віднімання, множення, ділення, зрівняння). На рис. 22.12 наведений приклад, на якому за допомогою вільних блоків виконується функція включення приводу за умовою наявності сигналів на входах DIN1 та DIN2 з затримкою 5 с.

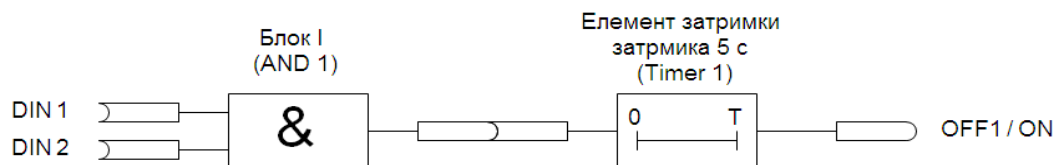


Рис. 22.11. Приклад функції включення приводу за умовою наявності сигналів на входах DIN1 та DIN2 з затримкою 5 с

На аналогових входах можна задавати головну та допоміжну частоту на виході частотного перетворювача, а фактична частота буде складатися з цих двох частот.

Таким чином функції VICO-технології дозволяють реалізовувати прості функції логічного керування, та формування завдань для частоти за допомогою датчиків.

Для точного позиціонування при використанні двигунів змінного струму потребуються датчики зворотного зв'язку для визначення фактичної швидкості обертання двигуна та положення робочого органу при переміщенні. При використанні векторного керування швидкість обертання двигуна можна визначити розрахунковим шляхом, але на малих частотах ці розрахунки досить тривалі, що може привести затримки визначення швидкості та зменшення точності її обчислення.

Оскільки для керування складським обладнанням як правило використовуються комплексні системи керування, є можливість застосування частотних перетворювачів у

складі таких систем. Програмовані логічні контролери часто мають вмонтовані функції керування рухом у вигляді програмних та апаратних модулів.

Наприклад, модуль FM353, яких входить у склад ПЛК S7-300, здійснює керування одним кроковим двигуном, модуль позиціонування FM357-2 має чотири канали та здійснює позиційне або контурне керування кроковими чи серводвигунами (рис. 22.12). Цей модуль має також 4 вимірювальних входів для підключення датчиків положення.

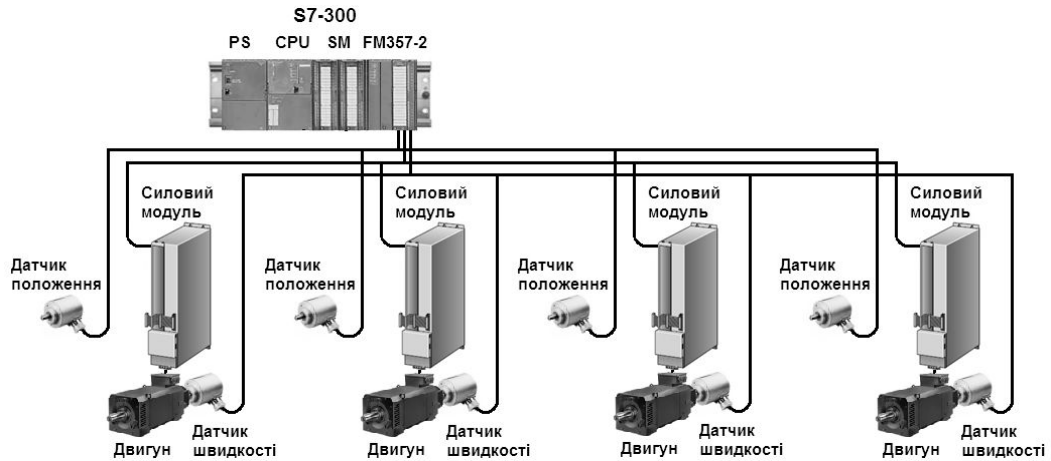


Рис. 22.12. Модуль позиціонування FM357-2

Пристрої децентралізованої периферії можуть мати у своєму складі дискретні та аналогові модулі вхідних та вихідних сигналів, модулі керування пневмоприводами (пневматичний модуль), силові модулі та перетворювачі частоти для керування електродвигунами. Ці пристрої керування двигунами керуються безпосередньо з процесорного модуля.

Контрольні запитання

1. З чого складається комплексна система керування?
2. Яке обладнання встановлюється на верхньому рівні системи керування?
3. Яке обладнання встановлюється на середньому рівні системи керування?
4. З чого складається система керування автоматизованої складської системи?
5. Як здійснюється проектування систем розподіленого вводу-виводу за допомогою STEP7?
6. Які локальні обчислювальні мережі використовують в умовах промислового виробництва?
7. Для чого використовують системи бездротового зв'язку?
8. З чого складається спрощена схема частотного перетворювача?
9. Як здійснюється програмування частотного перетворювача?
10. Для чого використовують функції VICO-технології?

Завдання до курсового проекту

Тема курсового проекту: Розрахунок стелажів та систем позиціонування механізмів переміщення стелажного крана-штабелера.

Зміст роботи:

Огляд конструкцій складів та стелажів.

Розрахунок стелажу:

розрахувати розміри комірок та габарити стелажу, виходячи з розмірів вантажу відповідно з варіантом завдання.

Вибір датчиків позиціонування.

Розрахунок точок позиціонування по вертикалі.

Розрахунок точок позиціонування по горизонталі.

Розробка алгоритму та програми позиціонування по вертикалі.

Розробка алгоритму та програми позиціонування по горизонталі.

Проектування пристрою керування.

Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

загальний вигляд складу;

загальний вигляд стелажу;

загальний вигляд захоплюючого пристрою;

принципова схема підключення приводів та датчиків до пристрою керування.

Варіанти завдань

Найменування	Варіанти завдань						
	1	2	3	4	5	6	7
Розміри вантажу ширина/висота/ довжина	800 / 600/ 600	1000 / 600/ 600	1000 / 800/ 600	800 / 800/ 600	1000 / 1000/ 600	1200 / 1000/ 800	1200 / 1200/ 800
Роздільна здатність датчика імп./об.	1000	1024	1250	1500	2000	2048	2500
Радіус барабана R	125	115	130	110	105	100	120

Література

1. Логістика: конспект лекцій / [уклад. О. І. Шалева]. - Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2015. -112 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика : Учебник / А.М. Гаджинский – 19-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2010 – 484 с.
3. Гаджинский А. М. Практикум по логистике / А. М. Гаджинский. — 8-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. — 312 с.
3. Гаджинский А. М. Современный склад. Организация, технология, управление и логистика: Учеб.-практическое пособие: - М.: ТК Велби; Изд-во "Проспект", 2007.
4. Костин Ю.П. Основы логистики / Ю.П. Костин, А.Н. Вудвуд – Одесса : Астропринт, 2015. – 148 с.
5. Киреева Н.С. Складское хозяйство : учебн. пособие / Н.С.Киреева. – М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 192 с. – (Непрерывное профессиональное образование: Логистика). ISDN 978-5-7695-5381-3 (дата звернення: 10.08.2019).
6. Турченко М.О., Кірічок О.Г., Швець М.Д., Кристопчук М.Є. Проектування транспортно-складських комплексів: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2014. – 190 с.
7. Антоненко И.В. Расчет и проектирование транспортно-складских механизмов автоматизированных производств: Учебное пособие.- Ульяновск: УлГТУ. 2000. – 63 с.
8. Основы складской логистики: учебное пособие / Багинова В.В., Николашин В.М., Николаева А.И., Сеницына А.С. -М.: МИИТ, 2010. -86 с.
9. Навчальний посібник з дисципліни "Мобільні роботи" для студентів за фахом 131 - Прикладна механіка – спеціалізація - Мехатроніка та промислові роботи / Укладач: Михайлов Є. П. Одеса: ОНПУ, 2016. – 239 с.
10. Воронников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 384 с.; ил
11. Михайлов Є. П., Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. Для студентів бакалаврів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, 133 - Галузеве машинобудування, / Уклад.: Михайлов Є. П., Лінгур В.М. - Одеса: ОНПУ, 2019. - 233 с.
12. Михайлов Є. П. Навчальний посібник з дисциплін «Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ГВС, ПТМ та ЛС» для студентів за фахом 131 – Прикладна механіка – спеціалізації – Мехатроніка та промислові роботи, Інженерія логістичних систем, 133 – Галузеве машинобудування – спеціалізація – Підійомно-транспортні, будівельні, дорожні машини і обладнання / Укладач: Михайлов Є. П. Одеса: ОНПУ. – 121 с.
13. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. /Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344с.